"Book of Articles – "MacroFrontiers 2025"

3rd International Conference on Macromolecular Compounds Dedicated to the 105th Anniversary of Azerbaijan State Oil and Industry University

April 24-25, 2025 – Baku, Azerbaijan

MÜNDƏRİCAT

Table of Contents

DRUGS OF THE FUTURE: HUMIC ACIDS 21

TƏRKİBİNDƏ AZOT OLAN MAYE KAUÇUKLARIN SİNTEZİ VƏ KORROZİYA İNHİBİTOR XASSƏLƏRİNİN TƏDQİQİ 33

MONOETANOLAMİN VƏ DİETANOLAMİN ƏSASLI İMİDAZOLİNLƏRİN ELEKTRİK KEÇİRİCİLİYİNİN TƏDQİQİ 42

ETİLENDİAMİNTETRA SİRKƏ TURŞUSUNUN DİETANOLAMİNLƏ MÜXTƏLİF MOL NİSBƏTLƏRİNDƏ SİNTEZ OLUNMUŞ AMİDİNİN NA+ DUZUNUN KORROZİYA VƏ DUZÇÖKMƏ İNHİBİTORU KİMİ TƏDQİQİ 50

IONİC LİQUİDS, SYNTHESİS METHODS 60

PİROLİZİN C_5-FRAKSİYASININ TSİKLODİMERLƏŞMƏ VƏ ETİLEN İLƏ KONDENSLƏŞMƏ MƏHSULLARI ƏSASINDA ÇOXFUNKSİYALI AŞQARLARIN ALINMASI 71

SİNTETİK NEFT TURŞULARININ NA, K, NH_4 DUZLARI VƏ MONO-, Dİ-, TRİETANOLAMİN KOMPLEKSLƏRİNİN SİNTEZİ VƏ ONLARIN SƏTHİ GƏRİLMƏYƏ TƏSİRİ 80

ON THE İNTERACTİON OF HALİDINE COMPLEXES OF BİXVALENT RHENİUM WİTH BENZYLAMİNE (A-AMİNOTOLUENE, (C_6H_5-CH_2-NH_2)) 88

EP-300 QURĞUSUNUN KUB QALIĞININ ZƏNGİNLƏŞDİRİLMƏSİ VƏ ONDAN ÜÇLÜ ETİLİDEN-NORBORDEN SOPOLİMERİ ƏSASINDA KOMPOZİSİYALARIN HAZIRLANMASINDA MODİFİKATOR KİMİ İSTİFADƏ 94

ALKYLATİON OF BENZENE WİTH PROPYLENE OVER ZEOLİTE CATALYST 102

PROCESSİNG OF HEAVY HYDROCARBON FEEDSTOCKS WİTH COBALT AND TUNGSTEN CARBİDE-BASED CATALYSTS 110

PRODUCTİON OF LİQUİD GLASS USİNG RİCE HUSK ASH 118

DEHYDROAROMATİZATİON OF METHANE OVER ZEOLİTE CATALYSTS 123

SYNTHESIS AND RESEARCH OF CATALYTIC SYSTEMS FOR PENTANE ISOMERIZATION PROCESS **131**

TREATMENT DETERGENT ADDİTİVES BASED ON ALKYLSALİCYLİC ACİDS AND MAGNESİUM OXİDE **137**

A NEW, ECOLOGICALLY CLEAN AND EFFICIENT METHOD FOR THE SYNTHESIS OF P-ETHYLPHENYLACETYLENE **146**

KARBON QAZININ UTİLİZASİYASI İLƏ ETİLENKARBONATIN SİNTEZİ ÜÇÜN YENİ ZN-FENOLYAT KATALİZATORLARI **153**

SYNTHESIS AND STUDY OF PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF CATALYTIC SYSTEM BASED ON ZEOLITE ZSM-5 ..... **157**

PERXLORAT TURŞUSU KATALİZATORUNUN İŞTİRAKI İLƏ DİETİLENQLİKOLUN-BİS-P-DİNİTROBENZOAT EFİRİNİN SİNTEZİ VƏ TƏDQİQİ **167**

HALLOZİTLİ KATALİTİK SİSTEMLƏRDƏ KATALİTİK KREKİNQ PROSESİNİN TƏDQİQİ **172**

ENHANCEMENT OF DIESEL AND BOILER FUEL QUALITY THROUGH ADDITIVES **180**

STUDY OF THE ADSORPTION VOLUME OF CAA ZEOLITES **184**

PROMISING ANTIFUNGAL ADDITIVES TO LUBRICANT-COOLING LIQUIDS **189**

KATALİTİK KREKİNQ VƏ KOKSLAŞMA PROSESİNDƏN ALINAN QAZLARIN KOMPLEKS AROMATİKLƏŞDİRİLMƏSİNDƏN MAYE YANACAQ KOMPONENTİNİN ALINMASI **198**

PİROLİZ PROSESİNİN MAYE MƏHSULLARI ƏSASINDA XLORMETİL NAFTALİNİN SİNTEZİ VƏ ONDAN ÜÇLÜ ETİLİDEN-NORBORDEN SOPOLİMERİ ƏSASINDA KOMPOZİSİYALARIN HAZIRLANMASINDA MODİFİKATOR KİMİ İSTİFADƏSİ **206**

INNOVATIVE PLANT GROWTH REGULATORS BASED ON DERIVATIVES OF FUMARIC ACID **215**

DEVELOPMENT OF THE PROCESS OF ALKYLATİON OF BENZENE WİTH PROPYLENE İN THE PRESENCE OF ZEOLİTE CATALYSTS..... 223

SYNTHESIS OF NEW OLIGOMERIC INHIBITORS BASED ON CROTONALDEHYDE AND DETERMINATION OF THEIR EFFICIENCY AS INHIBITORS..... 228

INVESTİGATİON OF THE HYDROPROCESSİNG OF VARİOUS DİESEL FRACTİONS WITH THE PARTICIPATION OF OMNIKAT 210-P AND OMNIKAT HALLOYSİTE MIXED CATALYSTS 234

MAYE FAZADA KARBOHİDROGENLƏRİN KÜKÜRDSÜZLƏŞDİRİLMƏSİ PROSESİNİN OPTİMALLAŞDIRILMASI VƏ SƏNAYEDƏ TƏTBİQLƏRİ..... 240

УДАЛЕНИЕ РТУТИ(II), СЕРЕБРА И НЕКОТОРЫХ МЕТАЛЛ-ИОНОВ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ МЕТОДОМ СОРБЦИИ СЛАБОКИСЛОТНЫМ КАТИОНИТОМ AMBERLİTE GT-73..... 247

ОКИСЛИТЕЛНОЕ ГИДРОКСИГАЛОГЕНИРОВАНИЕ C_5 ЦИКЛООЛЕФИНОВ И СИНТЕЗ АМИНОСПИРТОВ НА ОСНОВЕ ПРОДУКТОВ РЕАКЦИИ И ИХ СВОЙСТВА 257

ЦИРКОНИЕВЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ В РЕАКЦИЯХ КОНДЕНСАЦИИ МЕТИЛФЕНИЛКЕТОНА С 1,2-ПРОПАНДИОЛОМ 270

PROPANIN PARSİAL QAZFAZALI OKSİDLƏŞMƏSİİN FİZİKİ-KİMYƏVİ QANUNAUYĞUNLUQLARININ TƏDQİQ EDİLMƏSİ 277

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОЖИДКОСТНОГО ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ И ИЗОЛЯЦИИ..... 281

CREATION OF NEW TYPES OF MULTIFUNCTIONAL COMPOSITIONS BASED ON CROTONALDEHYDE..... 288

СИНТЕЗ МЕТИЛ-, 2-ЭТИЛЦИКЛОГЕКСИЛАКРИЛАТОВ 294

АЛКИЛИРОВАНИЕ АРОМАТИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ АЛКЕНОМ В ПРИСУТСТВИИ КАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ МЕЗОПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ..... 300

СИНТЕЗ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ ОСНОВАНИЙ МАННИХА 306

C_5-C_6 ALİTSİKLİK OLEFİNLƏRİN VƏ HALOGENHİDRİN TÖRƏMƏLƏRİNİN TİOKARBAMİD VƏ FORMALDEHİDLƏ KONDENSLƏŞMƏ MƏHSULLARININ ANTİMİKROB XASSƏLƏRİNİN TƏDQİQİ 316

AZƏRBAYCANIN KİMYA VƏ NEFT-KİMYA KOMPLEKSİNDƏ RƏQƏMSAL MEXANİZMLƏRİN TƏTBİQİ PROBLEMLƏRİ 324

SYNTHESIS AND STUDY OF MODIFIED HIGH-ALKALINE ALKYLPHENOLATE ADDITIVE 331

СИНТЕЗ СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО СОПОЛИМЕРА НА ОСНОВЕ 2,3-ДИМЕТИЛБУТАДИЕНА И СТИРОЛА 336

STUDY OF THE HYDROCRACKİNG PROCESS OF HEAVY OİL RESİDUE WİTH THE PARTİCİPATİON OF HALLOİSİTE MODİFİED BY VARİOUS METHODS 344

МОДИФИКАЦИЯ РЕЗОРЦИНО-ФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ ОЛИГОМЕРОВ МОЧЕВИНОЙ 351

YENİ XLOR(ALKİL)FENİL DİTİOFOSFAT KOBALT VƏ NİKEL TƏRKİBLİ KATALİZATORLARDAN İSTİFADƏ ETMƏKLƏ YÜKSƏK VƏ AŞAĞI MOLEKUL KÜTLƏLİ ŞƏFFAF POLİBUTADİENLƏRİN SİNTEZİ 359

MALEİN ANHİDRİDİNİN HEPTEN-1 VƏ ALLİL SPİRTİ İLƏ BİRGƏPOLİMERLƏŞMƏ REAKSİYALARININ QANUNAUYĞUNLUQLARININ VƏ MƏHSULLARININ TƏDQİQİ 366

PRODUCTION OF 5-HYDROXYMETHYLFURFURAL BASED ON ACCESSIBLE NATURAL RAW MATERİALS 374

ОЛИГОМЕРНЫЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНПОЛИАМИНА И ПРОПИЛЕНОКСИДА 381

TƏRƏVƏZ MƏNŞƏLİ PEKTİN POLİSAXARİDLƏRİ VƏ HİDROLİZ EKSTRAKSİYASI 388

IONIC LIQUIDS AS SOLVENT AND CATALYST IN THE POLYMERIZATION OF BUTYL METHACRYLATE 396

SULFOKATIONITIN ALINMASI VƏ TƏDQIQI 402

FUNKSİONALLAŞDIRILMIŞ SOOLİQOMERİN SİNTEZİNDƏ NANOHİSSƏCİKLƏRİN ROLU 406

IONIC LIQUIDS IN BIOMASS CONVERSION: APPROACHES TO 5-HMF AND LEVULINIC ACID PRODUCTION 409

NONEN-MALEİN ANHİDRİDİ-STİROL ÜÇLÜ BİRGƏ POLİMERİNİN SİNTEZİ 417

СИНТЕЗ СМОЛЫ НА ОСНОВЕ ТИОМОЧЕВИНЫ С ФОРМАЛЬДЕГИДОМ И ГЕКСАМЕТИЛЕНДИАМИНОМ 424

СОПОЛИМЕРИЗАЦИЯ СТИРОЛА С МАЛЕИНОВЫМ АНГИДРИДОМ И ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛУЧЕННОГО ПРОДУКТА 431

ELEKTRİK QAZ BOŞALMASI PLAZMASI VƏ KREYZ EFFEKTİNİN POLİMER MATRİSLİ KOMPOZİTLƏRİN FİZİKİ-KİMYƏVİ XASSƏLƏRİNƏ TƏSİRİ 443

EPOKSI-DIAN QƏTRANI ED-20 VƏ ALÜMINIUM HIDROKCID ƏSASLI POLIMER NANO- VƏ MIKROKOMPOZITLƏRIN ELEKTROFIZIKI XASSƏLƏRINƏ QAMMA ŞÜALANMANIN TƏSIRI 451

ANTICANCER ACTIVITIES OF 5-FUS MODIFIED WITH CARBOHYDRATES CONTAINING 1,2,3-TRIAZOLE COMPOUNDS 459

EXTRACTION METHOD OF OBTAINING POLYPHENOLIC COMPOUNDS FROM POMEGRANATE PEELS 469

PREPARATION OF COMPOSITION MATERIAL BASED ON BUTADIENE METHYL STYRENE RUBBER MODIFIED WITH NANO-SIZED DOLOMITE ABD STUDY OF ITS PROPERTIES 478

ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЕ В ПЕРФОРИРОВАННОМ ТЕЛЕ ПРИ ПРОДОЛЬНОМ СДВИГЕ 492

RESEARCH OF FUNCTIONAL AND ERGONOMIC PROPERTIES OF POLYMER BUILDING MATERIALS 505

MALEİN ANHİDRİDİ-STİROL BİRGƏ POLİMERİNİN BUTADİEN NİTRİL KAUÇUKU İLƏ BİNAR QARIŞIĞININ REOLOJİ XASSƏLƏRİNİN TƏYİNİ 511

LABORATORİYA ŞƏRAİTİNDƏ YENİ KOMPOZİSİYANIN TƏSİR EFFEKTİNİN TƏDQİQİ 517

INVESTIGATE THE FEASIBILITY AND EFFECTIVENESS OF MODIFYING STYRENE-BUTADIENE RUBBER WITH STYRENE-BUTADIENE-STYRENE 532

THE STUDY OF THE PROPERTIES OF COMPOSITIONS BASED ON THE MIXTURE OF TERNARY ETHYLENE-PROPYLENE RUBBER AND POLYVINYL CHLORIDE PLASTICATE 537

STUDY OF THE PROPERTIES OF COMPOSITES BASED ON THE MECHANICAL-CHEMICAL MODIFICATION OF ETHYLENE-PROPYLENE RUBBER WITH STYRENE-BUTADIENE-STYRENE 542

BIOPLASTICS: A SUSTAINABLE ALTERNATIVE TO TRADITIONAL PLASTICS .. 548

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF NICKEL NANOPARTICLES SUPPORTED ON CHITOSAN 556

PHYSICOMECHANICAL PROPERTIES OF CHITOSAN-BASED COMPOSITE FILMS: IMPACT OF SYNTHESIS METHODS AND SUBSTRATES 563

EFFECT OF CARBON BLACK ON THE PROPERTIES OF ISOPRENE-BASED (SKI-3) ELASTOMER BLENDS COMBINED WITH BNK, PVC, AND PVAC COPOLYMERS IN THE SOLID PHASE 570

BIOPLASTICS VS. PLASTIC-TO-FUEL: WHICH HOLDS THE KEY TO A SUSTAINABLE FUTURE? 576

EXAMINATION OF CARBON BLACK IN POLYMER MATERIALS..... 585

INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF COMPOSITIONS BASED ON A TERNARY ETHYLENE-PROPYLENE COPOLYMER AND COKE-FILLED POLYVINYL CHLORIDE PLASTICATE 592

BİOLOJİ PARÇALANA BİLƏN POLİMERLƏR VƏ ONLAR ƏSASINDA KOMPOZİTLƏRİN ALINMASI..... 596

ELASTOMER ƏSASINDA QORUYUCU SU-EMULSİYA ÖRTÜKLƏRİ 607

PROTECTION OF LUBRICANT COMPOSITIONS FROM BIODEGRADATION BY BIOCIDES 612

ŞÜŞƏBETONUN ALINMASI VƏ ONUN XASSƏLƏRİNİN TƏDQİQİ 620

COMPOSITES OBTAINED BASED ON THE MIXTURE OF BUTADIENE-NITRILE RUBBER WITH BIOPOLYMERS 628

PREPARATION AND INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF COMPOSITIONS BASED ON TERPOLYMER OF ETHYLIDENE-NORBORNENE MODIFIED WITH HEAVY PYROLYSIS RESIN..... 633

EPOKSİD OLİQOMERİNİN MALEİN ANHİDRİDİ İLƏ MODİFİKASİYASI..... 639

İSTİSMARDAN ÇIXMIŞ POLİETİLEN ƏSASLI KOMPOZİSİYALARIN ALINMASI 645

SÜNİ İNTELLEKT MODELLƏŞMƏSİ İLƏ ƏTRAF MÜHİTİ ÇİRKLƏNDİRƏN KORROZİYAYA UĞRAMIŞ ZONALARIN ŞƏKİLLƏRDƏN LOKALLAŞDIRILMASI 655

PREPARATION, STABILIZATION, AND SHELF LIFE STUDY OF PROBIOTIC-SUPPLEMENTED BEE CAKES 666

IN VITRO CHARACTERIZATION OF PROBIOTIC PROPERTIES OF ISOLATED MICROORGANISMS FROM LOCAL KEFIR GRAINS..... 677

THE EFFECTS OF ENVIRONMENTAL CONTAMINANTS ON GENOMIC STABILITY AND IMMUNE DYSREGULATION IN AUTISM 692

MATHEMATICAL MODELING OF THE PROCESS OF CLEANING THE WATER ECOSYSTEM IN ENVIRONMENTAL PROTECTION 699

BULAKBAŞI SULAK ALANI VE KUŞLAR..... 705

INVESTIGATION OF MICROBIAL BIOCONTROL AGENTS AGAINST VARROA DESTRUCTOR L..... 714

THE IMPACT OF COMPLEX MODIFIERS ON THE MICROSTRUCTURE OF GRAY CAST IRONS..... 726

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОДИФИЦИРОВАННОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА 732

INFLUENCE OF PROCESSİNG METHODS OF MOURVEDRE GRAPE CROP GROWİNG İN ABSHERON ON THE AMOUNT OF ANTHOCİANS İN THE WİNE TO BE PRODUCED 742

STUDY OF THE EFFECT OF RADIATION AND SALT STRESSES ON THE ENZYME OXALOACETATE DECARBOXYLASE IN KIDNEY BEAN LEAVES 752

ADVANCED IMAGE SEGMENTATION FOR E-COLI DETECTION: ENHANCING WATER QUALITY ANALYSIS FOR THE CASPIAN SEA 760

RESEARCH ON THE MAIN ASPECTS OF THE PROCESS OF GRANULATION OF POWDERED MATERIALS WITH THE USE OF MODIFYING ADDITIVES 771

KƏTAN YAĞINA ƏSASLANAN SƏTHİ-AKTİV MADDƏLƏRİN SİNTEZİ VƏ XARAKTERİSTİKASI 783

SEDIMENTATION OF HEAVY OILS DURING FLOW IN PIPES 790

BIODEGRADATION OF BIOGENIC AMINES BY LACTIPLANTIBACILLUS PLANTARUM 797

STUDY OF PESTICIDE-CONTAMINATED TERRITORIES IN AZERBAIJAN 803

YABANI ALMA NÖVLƏRİNİN SAĞLAM QİDALANMADA ƏHƏMİYYƏTİ 811

CULTIVATION OF POTATOES BASED ON DIFFERENT CULTIVATION TECHNOLOGIES 818

THE ROLE OF ENVIRONMENTAL FACTORS IN OBTAINING ECOLOGICALLY HEALTHY LIVESTOCK PRODUCTS 825

RESEARCH ON THE BENEFİTS OF SESAME AND THE USE OF SESAME OİL 828

EFFECTS OF SHADING APPLICATION ON YIELD AND QUALITY IN TEA CULTIVATION 835

AN İNVESTİGATİON OF SOME GENOTYPES OF TEA (*CAMELLİA SİNENSİS* L.) İN TERMS OF QUALİTY İNDİCATORS 844

AGROEKOLOJI UYGULAMALARININ EKOLOJIK ÖNEMI 852

MICROBIAL DEGRADATION OF VOLATILE SULFUR COMPOUNDS: A CASE STUDY ON 2-FURANMETHANETHIOL 857

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЕМЯН СОИ 868

PLANT GROWTH COMPOUNDS, ENVIRONMENT AND FOOD SECU RITY RELATIONSHIPS 882

GELECEĞIN GIDA KAYNAĞI BÖCEKLER 891

AKBABALARIN EKOSISTEME VE INSAN SAĞLIĞINA KATKILARI 896

SYNTHESIS OF ECOLOGICALLY CLEAN PLANT GROWTH STIMULANTS 900

QAN LAXTALANMASINI AZALDAN QİDA NÖVLƏRİ 909

EXAMINATION AND INTEGRATED MANAGEMENT PROBLEMS OF WATER RESOURCES 916

QİDA MƏHSULLARININ TƏHLÜKƏSİZ SAXLANMASI 925

İNSAN CƏMİYYƏTİNİN DAVAMLI İNKİŞAFI ÜÇÜN BİOLOGİYA VƏ EKOLOGİYA FƏNLƏRİNİN TƏDRİSİNDƏ QARŞIYA QOYULAN PROBLEMLƏR VƏ PERSPEKTİVLƏR 934

İQLIM DƏYIŞKƏNLIYI DÖVRÜNDƏ ŞƏHƏR URBOEKOSISTEMLƏRININ KEYFIYYƏTININ YAXŞILAŞDIRILMASINDA BITKI ÖRTÜYÜNÜN ROLU 940

SAĞLAM QİDANIN İNSAN ORQANİZMƏ TƏSİRİ 945

ÇİA TOXUMUNUNDAN ALINAN CECƏNİN KULİNARİYADA TƏTBİQİ VƏ TƏHLÜKƏSİZLİK GÖSTƏRİCİLƏRİNİN ARAŞDIRILMASI 951

ABŞERON TORPAQ-İQLİM ŞƏRAİTİNDƏ BECƏRİLƏN ÜZÜM SORTLARININ MƏHSULDARLIQ GÖSTƏRİCİLƏRİNİN TƏDQİQİ 958

ADVANTAGES OF WASTE DISPOSAL 966

ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННОЙ ЗАСУХИ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ У РАСТЕНИЙ РЕПЧАТОГО ЛУКА (ALLİUM CEPA L.) 971

BADIMCAN SORTNÜMUNƏLƏRİNİN BİOLOJİ VƏ TƏSƏRRÜFAT ƏHƏMİYYƏTLİ ƏLAMƏTLƏRİNİN ÖYRƏNİLMƏSİ VƏ QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ 983

PHYSİCOCHEMİCAL PROPERTİES OF MİLK AND DAİRY PRODUCTS, NUTRİTİONAL VALUE AND İMPORTANCE FOR THE HUMAN BODY 993

TECHNOLOGY OF FİSH PRODUCT PRODUCTİON 1000

NUTRİTİON BİOCHEMİSTRY. BİOROLE OF MACRO – AND MİROELEMENTS .1007

THE ISSUE OF EVALUATING LANDFILL SITES AS A SOURCE OF POLLUTION OF ENVIRONMENTAL OBJECTS.....1016

TƏHSİLDƏ EKOLOJİ BİLİKLƏRİN FORMALAŞMASININ ASPEKTLƏRİ 1021

INVESTİGATİON OF WASTEWATER GENERATED İN FOOD ESTABLİSHMENTS İN ESTONİA.....1028

ELEKTROENSEFALOQRAFİYA SİQNALLARINDAN İSTİFADƏ ETMƏKLƏ PSİXİ POZĞUNLUQLARIN AŞKARLANMASI METODLARI.....1033

AQROBİOTEXNOLOGİYA LABORATORİYASINDA KARTOFUN BİOLOJİ USULLARLA ÇOXALDILMASI (*İN VİTRO* TOXUMA MƏDƏNİYYƏTİ VƏ GENETİK YANAŞMALARIN TƏTBİQİ).....1039

THE ECOLOGICAL BENEFITS OF THYME *(THYMUS KOTSCHYANUS)* IN WINTER FRUIT PRESERVATION AND CONSERVATION.....1048

EKOLOGİYANIN ÇİRKLƏNMƏSİ İLƏ ƏLAQƏDAR İQLİM DƏYİŞİKLİYİ NƏTİCƏSİNDƏ QİDA VƏ ƏTRAF MÜHÜTÜN İDMANÇILARIN SAĞLAMLIQLARINA TƏSİRİ.....1055

GREEN ENERGY TRANSITION: SOLAR AND WIND RESOURCES' ENVIRONMENTAL IMPACTS.....1063

THE IMPACT OF HEALTHY NUTRITION IN HUMAN LIFE, IRREVERSIBLE ROLE 1072

NAR SORTLARININ SAXLANMASINDA OKSİDOREDUKTAZA SİNFİNƏ MƏNSUB BƏZİ FERMENTLƏRİN AKTİVLİYİNİN TƏDQİQİ.....1078

USE OF NANO SUBSTANCES FOR ENVIRONMENTAL SAFETY.....1084

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ОБРАЗУЮЩИХСЯ НА ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПО ПЕРЕПЛАВКЕ СТАЛИ.....1094

RESEARCH OF DIFFERENT TECHNOLOGICAL SCHEMES FOR THE PRODUCTION OF PINK WINES 1100

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ МОЛОЧНЫХ И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ.....1106

RHEOLOGY IN FOOD RESEARCH 1111

POMİDORUN RAYONLAŞDIRILMIŞ YERLİ GENOTİPLƏRİNİN ƏTRAF MÜHİTƏ DAVAMLILIĞI VƏ QİDA TƏHLÜKƏSİZLİYİ ƏHƏMİYYƏTİ..... 1116

FÖVQƏLADƏ HALLAR ZAMANI ƏTRAF MÜHITIN MÜHAFIZƏSI SAHƏSINDƏ INSAN SAĞLAMLIĞININ QORUNMASI VƏ TƏHLÜKƏSIZLIYININ TƏMIN EDILMƏSI..... 1124

YENI NÖV FUNKSIONAL XASSƏLƏRƏ MALIK ÇÖRƏK-KÖKƏ MƏMULATLARININ ISTEHLAK XASSƏLƏRI VƏ KEYFIYYƏTININ EKSPERTIZASI 1133

STUDY OF THE ADSORPTION PROCESS FOR THE TREATMENT OF WASTEWATER IN THERMAL ENERGY 1142

KURKUMİNDEN ZENGİN ZERDEÇAL (CURCUMA LONGA) EKSTRESİNİN İSOTRETİNOİN İLE KAYNAKLI HASARA KARŞI KORUYUCU ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ..... 1148

QLİSERİN TÖRƏMƏLƏRİ BİODİZEL-DİZEL QARŞIĞINA ƏLAVƏ KİMİ 1160

CONVERSION OF AGRO-INDUSTRIAL WASTE INTO ENERGY RESOURCES..... 1165

MİKROBİAL GÜBRƏ TƏTBİQİNİN (MGT) SEPTORİYA XƏSTƏLİYİNİN NƏZARƏTİNDƏ TƏSİRİ 1172

MONITORING OF THE RADIOECOLOGICAL SITUATION AND RISK ASSESSMENT OF RADIATION'S IMPACT ON HUMAN HEALTH AND FOOD SAFETY..... 1179

ADVANTAGES OF USING APPLE POWDER AS A DIETARY FIBER IN BREAD PRODUCTION..... 1187

BÖYÜK QAFQAZIN CƏNUB YAMACI EKOSISTEMLƏRININ ƏTRAF MÜHITDƏ EKOLOJI ROLU 1195

STUDY OF THE ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL STATUS OF TRANSBORDER RIVERS OF THE EASTERN ZANGAZUR ECONOMIC REGION (ON THE EXAMPLE OF THE BARGUSHAD RIVER AND AGACHAY)..... 1200

QUALITY INDICATORS OF QUINOA PLANT AND NUTRITION IMPORTANCE.. 1206

BADAM BİTKİSİNİN XƏSTƏLİK VƏ ZƏRƏRVERİCİLƏRİ, ONLARA QARŞI MÜBARİZƏ TƏDBİRLƏRİNİN HAZIRLANMASI 1214

NEFT KOKSU ƏSASINDA ALTERNATIV YANACAQLARIN ALINMASI..... 1221

PENDİR İSTEHSALI ZAMANI FERMENTLƏRİN ALINMA MƏNBƏLƏRİ 1228

QİDA MƏHSULLARININ EKSPERT QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİNDƏ NƏTİCƏLƏRİN OBYEKTİVLİYİNİN TƏMİNATI ÜÇÜN METODİKİ TƏDBİRLƏRİN TƏDQİQİ..... 1235

ÇÖRƏYİN MÜASİR İSTEHSAL TEXNOLOGİYASININ TƏDQİQİ..... 1242

PÜSTƏ (*PİSTACİA* L.) MEYVƏLƏRİNİN KİMYƏVİ TƏRKİBİ VƏ SAĞLAM QİDALANMADA ƏHƏMİYYƏTİ 1248

CHEMICAL CHANGES IN COFFEE AND CHOCOLATE DURING THE ROASTING PROCESS 1254

HƏMƏŞƏRA ÜZÜM SORTUNUN ÇƏHRAYI ŞƏRAB ISTEHSALINDA KEYFIYYƏT GÖSTƏRICILƏRININ TƏDQİQI 1261

MAYE PEYIN ÜÇÜN MEXANIKI FRAKSIYALARA BÖLÜNMÜŞ HAZIRLIQ XƏTLƏRI 1268

QUŞ ƏTININ KEYFIYYƏTININ YAXŞILAŞDIRILMASI ÜÇÜN TEXNOLOJI ÜSULLARIN ARAŞDIRILMASI VƏ KEYFIYYƏT GÖSTƏRICILƏRININ QIYMƏTLƏNDIRILMƏSI 1279

SUSTAINABLE ECONOMY AND A HEALTHY FUTURE: THE LINK BETWEEN ECOLOGY AND FOOD PRODUCTION..... 1288

MÜTƏRƏQQİ ÜSULLARLA ÇUQUNUN FOSFORSUZLAŞDIRILMASI VƏ SİLİSİUMSUZLAŞDIRILMASI..... 1294

ARI MƏHSULLARININ ORQANIZM ÜÇÜN FAYDALARI..... 1306

“SLOU FUD” HƏRƏKATININ QASTRONOMİK TURİZMDƏ ROLU..... 1311

APPLICATION OF SMART HYDROGELS FOR SLOW RELEASE OF FERTILIZERS 1316

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД В ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ НАХЧЫВАНСКОЙ АВТОНОМНОЙ РЕСПУБЛИКИ..... 1322

SECONDARY UTİLİZATİON OF CHEESE WHEY AND ITS APPLİCATİON FİELDS: BİOTECHNOLOGİCAL AND ENVİRONMENTAL APPROACHES 1330

COMPOSITION AND HEALTH EFFECTS OF BUCKWHEAT 1335

BAL VƏ ONUN KİMYASI: MASALLI BALININ TƏDQİQİ 1340

THE EFFECT OF FUNGAL DISEASES ON *SOLANIUM TUBEROSUM* 1345

FUNCTİONAL EVALUTİON OF THE FUNGUS *T. VERSİCOLOR* BELONGİNG TO THE GENUS *TRAMETES* QUEL. 1351

YAŞIL ÇAYIN SAĞLAM QİDA KİMİ İNSAN SAĞLAMLIĞINDA FAYDALI XÜSUSİYYƏTLƏRİ 1361

RESEARCH BENEFİTS AND HARMS OF TURMERİC 1370

RESEARCH ON THE EFFECTS OF FRUIT JUICES 1379

AĞ ŞƏRABLARIN İSTEHSALINDA TEMPERATUR AMİLİNİN KEYFİYYƏTƏ TƏSİRİNİN ÖYRƏNİLMƏSİ 1384

SWOT ANALIZ TEXNOLOGIYASI 1392

QIDA OBYEKTLƏRINDƏ HACCP (TƏHLÜKƏNIN ANALIZI VƏ KRITIK NƏZARƏT NÖQTƏLƏRI) SISTEMININ TƏTBIQI 1398

THE ACADEMIC DISCUSSION OF CHARACTERISTICS OF CANDIDA CONCERNS, ANTIFUNGAL MEDICATION RESISTANCE SUMMONS, FUNGAL TOXICOLOGY MATTERS, FUNGAL ECOLOGY AND BIOSECURITY OBSTACLES 1405

PALMİTİN TURŞULARININ TRİETANOLAMİNLƏ ƏMƏLƏ GƏTİRDİYİ DÖRDLÜ AMMONİUM DUZUNA BİR SIRA MİKROMİSETLƏRİN ANTİFUNQUSİD XASSƏLƏRİNİN TƏSİRİ 1416

ŞƏRABİN BİOLOJİ AKTİV MADDƏLƏRİ 1424

ƏTİNİN QİDALILIQ DƏYƏRİNİN, DAD VƏ AROMAT XASSƏLƏRİNİN YÜKSƏLMƏSİNİN İNNOVATİV YOLLARI 1429

XURMADAN HAZIRLANAN KOMPOTUN ORQANOLEPTİK GÖSTƏRİCİLƏRİNİN MÜQAYİSƏLİ TƏDQİQİ 1436

CANLI ORQANİZMDƏ ÇİÇƏK TOZUNUN (POLEN) ƏHƏMİYYƏTİ 1441

ŞƏRQI ZƏNGƏZUR IQTISADI RAYONUNUN TRANSSƏRHƏD ÇAYLARININ EKOLOJI VƏ BIOLOJI VƏZIYYƏTININ TƏDQIQI (BƏRGÜŞAD ÇAY VƏ AĞAÇAY NÜMUNƏSINDƏ) 1447

DIABET XƏSTƏLƏRINDƏ DIETOLOGIYANIN ƏSAS PRINSIPLƏRI 1454

MOZERALLA PENDİRİNİN İSTEHSALİ ZAMANİ TƏRKİBİNDƏ OLAN YAĞIN VƏ SUYUN KEYFİYYƏTƏ TƏSİRİNİN QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ 1462

AZƏRBAYCANDA QƏHVƏYİ MƏRMƏR BAĞACIĞI (*HALYOMORPHA HALYS* (STÅL) *(*HEMİPTERA: PENTATOMİDAE)) İLƏ MÜBARİZƏDƏ EKOLOJİ CƏHƏTDƏN TƏHLÜKƏSİZ MÜBARİZƏ ÜSULLARININ TƏTBİQİ 1470

YABAN EKOLOJİSİNDE CANLILARIN MEVSİMSEL ADAPTASYONU 1475

DAĞLIQ- ŞİRVANDA DƏMYƏ ŞƏRAİTİNDƏ BUĞDA DƏNİNİNKEYFİYYƏT GÖSTƏRİCİLƏRİNİN TƏDQİQİ 1480

FREE SETTLING OF PARTICLES IN HEAVY OIL 1486

WHEAT PHYTONEMATODES AND THEİR İMPACTON PRODUCT QUALİTY İN AZERBAİJAN 1492

KÜR-ARAZ OVALIĞINDA XIRDA BUYNUZLU HEYVANLARIN HELMİNTOZ TÖRƏDİCİLƏRİNİN YAYILMASINA ƏTRAF MÜHİTİN TƏSİRİ VƏ QİDA TƏHLÜKƏSİZLİYİ 1498

"THE CONCEPT OF NUTRİOME: BİOCHEMİCAL FOUNDATİONS OF HUMAN NUTRİTİON AND THE ROLE OF NUTRİENTS İN HEALTH AND DİSEASE" 1505

DYEING OF POLYAMIDE FABRIC WITH ACID DYES IN MICROWAVE MEDIA. 1511

ƏTRAF MÜHİT VƏ TƏHLÜKƏSIZ QİDA MƏHSULLARI 1519

ОБНАРУЖЕНИЕ УГЛЕВОДОРОДНОГО ГАЗОВОГО ОБЛАКА В ЗОНЕ УТЕЧКИ ИЗ ГАЗОПРОВОДА 1523

İDMAN MALLARININ İSTEHLAK XASSƏLƏRİNİ FORMALAŞDIRAN AMİLLƏRİN TƏDQİQİ 1528

MARMELAD-PASTİLA MƏMULATININ ÇEŞİDİ VƏ KEYFİYYƏT EKSPERTİZASI **1534**

KOMPULSİV QİDALANMA POZĞUNLUĞUNUN TƏHLİLİ VƏ MÜALİCƏ ÜSULLARI **1541**

FINDING OPTIMAL CONDITIONS FOR OBTAINING METHOXYETHYL VALERATE BASED ON THE REGRESSION MODEL **1548**

RADİASİYA VƏ DUZ STRESLƏRİNİN ADİ LOBYA YARPAQLARINDA OKSALASETATDEKARBOKSILAZA FERMENTİNƏ TƏSİRİNİN ÖYRƏNİLMƏSİ **1554**

METANIN SEOLİT KATALAİZATORLARI ÜZƏRİNDƏ DEHİDROAROMATLAŞDIRILMASI **1562**

ELEKTROENSEFALOQRAFİYA SİQNALLARINDAN İSTİFADƏ ETMƏKLƏ PSİXİ POZĞUNLUQLARIN AŞKARLANMASI METODLARI **1570**

AZƏRBAYCAN ÇAYLARINDA EKOLOJİ AXIMIN QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ **1577**

INCREASING RAW MATERIAL RESOURCES IN THE THERMAL PYROLYSİS PROCESS **1586**

CURRENT STATE OF WATER BODIES IN AZERBAIJAN AND THEIR PROTECTION **1593**

YAŞIL ENERJI VƏ ONUN İNKIŞAFI PERSPEKTIVLƏRI **1600**

AZƏRBAYCANDA İSTEHSAL EDİLƏN ŞƏRABLARDA ETİL KARBAMATIN TƏHLİLİNDƏ QAZ XROMATOQRAFİYA VƏ KÜTLƏ SPEKTROMETRİYASININ TƏTBİQİ **1607**

TORPAQDAN SÜFRƏYƏ: ƏDVİYYƏLƏRİN İSTEHLAK BAZARINDA SƏYAHƏTİ **1614**

QURU TOXUMLARIN SƏPINDƏN ƏVVƏL γ ŞÜALARLA IŞLƏNMƏSININ DUZ (NACL) STRESINƏ ADAPTASIYASINDA ROLUNUN ÖYRƏNILMƏSI **1620**

ANALYSIS OF THE ECOLOGICAL STATUS OF FRESHWATER SOURCES IN THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN **1627**

YERALMASININ ÇİY VƏ BİŞİRİLMİŞ HALDA TƏRKİBİNDƏKİ PEKTİNİN ARTIM GÖSTƏRİCİLƏRİ 1633

AZƏRBAYCAN FLORASININ BƏZİ İTBURNU (*ROSA* L.) NÖVLƏRİNİN TOXUMLA ÇOXALDILMASI VƏ QİDA ƏHƏMİYYƏTİ 1639

EXTRACTION OF ANTIOXIDANTS FROM TEA AND COFFEE WASTE 1645

İZOANİN VƏ İZOKATİON DUZLARININ BUĞDA VƏ LOBYA CÜCƏRTİLƏRİNİN MORFOMETRİK ÖLÇÜLƏRİNDƏ SH- QRUPUNUN MİQDARINA TƏSİRİ 1653

NEW GENERATION PREPARATIONS INDUCING PLANT GROWTH AND RESISTANCE TO INFECTIOUS DISEASES 1658

QUYULARIN TİKİNTİSİ ZAMANI YERALTI SULARIN ÇİRKLƏNMƏSİNİN EKOLOJİ TƏHLÜKƏSİZLİYİNİN TƏMİN EDİLMƏSİ 1666

RAW FİSH (SUSHİ) AND OUR HEALTH 1675

ДИАГНОСТИКА ВОЗБУДИТЕЛЯ КОЛЬЦЕВОЙ ГНИЛИ В КЛУБНЯХ КАРТОФЕЛЯ МЕТОДОМ ИЗОЛЯЦИИ 1683

ƏTRAF MÜHİT VƏ QİDA TƏHLÜKƏSİZLİYİNİN BAŞ SOĞAN BİTKİSİNİN İSTİFADƏSİNDƏ ƏHƏMİYYƏTİ 1689

İSTEHLAKÇI XASSƏLƏRİNİN FORMALAŞMASI VƏ QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ (MƏHSULUN NÜMUNƏSİ ÜZƏRİNDƏ) 1695

CLİMATE CHANGE ON THE PLATE: THE NUTRİTİONAL COST OF ELEVATED CO_2 İN CROPS 1701

KƏSMİK ZƏRDABININ ƏLAVƏ EDİLMƏSİ İLƏ NİTRİTSİZ KOLBASA MƏHSULUNUN FUNKSİONAL TƏSİRİNİN VƏ QİDALILIQ DƏYƏRİNİN ARTIRILMASI 1709

MÜASİR BROYLER TOYUQLARININ BAXIM SİSTEMLƏRİ 1719

ABŞERONUN NEFT-QAZ OBYEKTLƏRİNDƏ BAŞ VERƏ BİLƏCƏK YANĞINLARIN TƏSİRİ VƏ QARŞISININ ALINMASI 1726

ALTERNATIVE AND NON-STANDARD FOOD 1732

DISPOSAL OF USED VEGETABLE OIL BY PROCESSING INTO BIODIESEL 1741

TƏHLÜKƏSİZ QİDA MƏHSULU OLAN QULANÇAR BİTKİSİNİN FAYDALARI VƏ ONUN ŞİRƏSİNİN AYRILMASI ZAMANI İSTİFADƏ OLUNAN TEXNOLOJİ PROSÜESLƏRİN ƏSASLANDIRILMASI 1748

QİDA TƏHLÜKƏSİZLİYİNİN TƏMİN EDİLMƏSİNDƏ BEYNƏLXALQ STANDARTLARIN ROLU 1754

TOXUMLARI SƏPİNDƏN ƏVVƏL MÜXTƏLİF DOZALARDA Г-ŞÜALARLA İŞLƏNMİŞ NOXUD (*CİCER ARİETİNUM* L.) BİTKİSİNDƏ FOTOSİNTETİK PİQMENTLƏRİN MİQDARINA DUZ STRESİNİN TƏSİRİ 1761

THE EFFECT OF PARA-AMINOBENZOIC ACID + Ni_2SO_4 COMPLEX COMPOUND ON THE PROLIFERATION STAGE OF "VSL-2" PLANT DURING IN VITRO MICROCLONAL PROPAGATION 1767

I. Innovative approaches in organic synthesis

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0021

DRUGS OF THE FUTURE: HUMIC ACIDS

Raşit Fikret Yılmaz[1]*, Ahmet Tutar[2]

[1]National Defence University, Turkish Naval Academy, Department of Fundamental Sciences, İstanbul, 34940, Turkey, http://orcid.org/0000-0001-5505-1727, rasitfikretyilmaz@gmail.com; rasitfikret.yilmaz@msu.edu.tr
[2]Department of Chemistry, Faculty of Science, Sakarya University, Sakarya, 54187, Turkey, http://orcid.org/0000-0001-5524-8001, atutar@gmail.com; atutar@sakarya.edu.tr

ABSTRACT

Humic substances are natural and processable structures formed as a result of the decay of plants. They are yellow to black in colors, are entirely natural organic structures with hydrophilic properties and high molecular weight. Humic substances are ubiquitous organic compounds that arise during the chemical and microbiological oxidation process, the second largest process in the carbon cycle. This process is called humification. Both the positive effects, prophylactic effects and therapeutic effects of humic substances on human health have an important place. In addition, its effect on animal physiology and its contributions to fertilization and detoxification in agriculture also positively affect the environment and ecosystem. As a part of nature, humans, animals and agriculture are mutually affected by the mentioned situations. Humic acids, one of the important components of soil, have the potential to be used in both humans and animals because they are reliable substances. They do not cause harm like mutagens, do not leave residues in the animal's body and feed, and are also used to increase productivity in both poultry and cattle. Humic substances and their components are used in many areas. The most common areas of use can be listed as agriculture, medicine, pharmacy, animal husbandry, environmental technologies and polymer industry. Recently, studies on various types of cancer and their treatment have been ongoing. In addition, humic substances play an important role in skin health. It shows positive results both in skin problems and in protecting skin health. Within the scope of this study, the effects of humic substances on human health in recent years will be discussed.

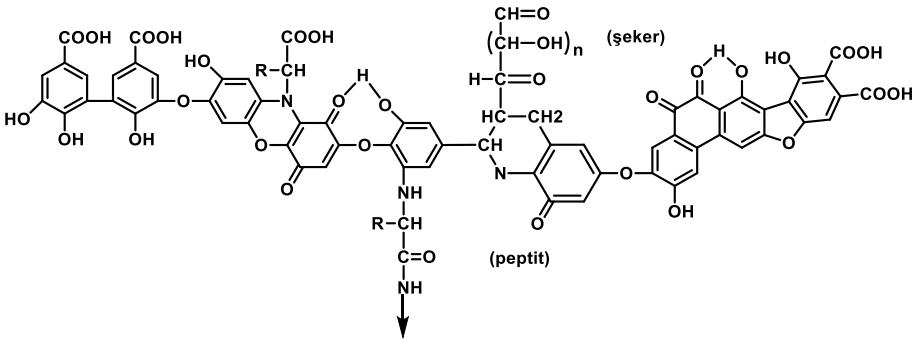
Keywords: *humic subtances, humic acids, human health, skin health, antiviral activity, COVID-19, SARS-CoV-2, favipiravir*

INTRODUCTION

Humic substances can be defined as complex structures with high molecular weight, whose colors vary from yellow to black [1,2]. Humic substances can be found on land and in aqueous environments. For this reason, it is among the most important organic carbon sources. Humic substances are organic macromolecules. They are bioorganic compounds obtained from the decomposition of naturally occurring residues (plant, animal and microbial residues). They make up the bulk of the soil's organic matter (humus, peat, lignite, as well as brown coal). Humic substances can also be produced as a byproduct of synthetic oxidation reactions of phenolic compounds. Humic substances contain carbon, hydrogen, oxygen and nitrogen and small amounts of sulfur and phosphorus. They are a mixture of acids that can be divided into humic acid (HA), fulvic acid (FvA) and humin fractions, ulmic acid and some microelements according to differences in their solubility. Humic acid contains aggregates of long chain, high molecular weight compounds that are soluble in alkali, while fulvic acid is a mixture of short chain, low

molecular weight compounds that are soluble in both acidic and alkaline solutions. Humin, on the contrary, forms the insoluble part of humate [3].

Humic substances have been the subject of many studies, but their benefits in the field of agriculture are mostly focused on. However, it has been determined that humic substances provide significant benefits for human and animal health due to their nature and the different functional groups they contain. Humic substances have a colloidal structure and are thought to act similarly to clay. The reason why humic substances are used and applied in many different areas is due to the different molecular structures in their structure. Humic substances contain polyphenol, quinone and polycarboxylic groups in their structure [4]. These different molecular structures contain many combinations of functional groups that resemble proteins in the organism [5-7]. These functional groups provide positive effects on the immune system and all other systems of humans. Humic substances can also bond with sugar, peptide, amino acid groups and aromatic groups. Many studies have been carried out to determine the chemical structure of humic substances. However, since humic substances are defined as complex aromatic macromolecules, it has not been easy to elucidate their molecular structure [8]. It is accepted that each fraction of humic substances (humic acid, fulvic acid, humin, etc.) contains a series of molecules of different sizes, several of which have the same structural configuration or a set of reactive functional groups [9]. The molecular structure of humic substance, which was determined in 1982 as a result of long studies carried out by Stevenson, is shown in Şəkil 1 [10].



Şəkil 1. Molecular structure of humic acid proposed by Stevenson.

Humic substances provide excellent soil amendment due to their unique structural and chemical properties. In addition to beneficial effects in terms of general soil structure, water retention capacity and nutrient availability in the soil, they offer a positive effect on soil microbial communities and a hormone-like effect on plant growth. Thus, the vitality and effects of humic substances in terms of the economic situation of farmers are proven. Humic substances, found in the humus part of the soil and obtained from different residues dating back thousands of years, are miraculous organic compounds that appeal to every living thing on earth.

Humic acids have also been applied in the treatment of various human diseases and in maintaining the overall vitality and growth of the body. Since it is rich in minerals that are easily assimilated in our body, it is highly recommended to consume and use it as a nutritional supplement and by adding it to cosmetic products [3]. Various agricultural and medical fields where humic substances are applied are tabulated in Şəkil 2.

In this article, we will briefly talk about the effects of humic acid on human health.

Humic acids are mineral-rich substances. Since people cannot achieve full recovery with normal medications, they are looking for a cure with natural products. This search is not fully completed with many different food supplements available on the market. For this reason, humic acids can be an important solution and exit for humans. Humic acids, which are important for the continuation of healthy life, are not very common among humans. Although its black color is repulsive to people, studies on humic acids in the field of medicine have once again revealed their importance. One of the most exciting properties of humic acids is that they strengthen and regulate the immune system and affect it in many areas. The effects of humic acids on human health can be summarized as follows [11].

HUMIC SUBSTANCES	
AGRICULTURE	***MEDICINE***
Soil properties	Skin treatments
Soil structure; water holding capacity	Osteoarthritis and Musculoskeletal Healing
Ion exchange and nutrient bioavailability	Nutritional Benefits and Detoxifying Properties
Microbial diversity	Blood Properties
Nutrient uptake	Stress Management
Root and shoot growth	Antioxidant and Anti-inflammatory Properties
Abiotic stress tolerance	Cancer and Immune Support
Environental remediation	Microbial Activity and Gut Health

Şəkil 2. Applications of Humic Substances in various fields of agriculture and medicine.

It stimulates the movement of the thymus gland by producing lymphocytes (a small, colorless blood cell with a single and very large nucleus, found in blood, bone marrow and lymph).

- Activates the production of macrophages and T-cells.
- It stimulates granulocytes (blood cells containing special granules such as neutrophils, basophils and eosinophils).
- Interferon-gamma triggers the production of cytokines including alpha and beta (a group of proteins and peptides produced by animal and plant cells that enable cells to communicate with each other).
- It stimulates the production of Tumor Necrosis Factor (TNF-alpha).
- It acts as a catcher of free ends that are harmful to human health.
- It provides electrolytes that are vital for humans.
- It helps obtain and transport nutrients.
- It catalyzes enzyme reactions in the human body.
- It increases digestion.
- It stimulates metabolism.
- It binds the necessary basic and trace elements, making them organic.
- It binds heavy metals and waste materials and ensures their removal from the body.
- It reduces high blood pressure.
- Increases the potency of vitamin and mineral supplements.
- It multiplies the effects of medicinal herbs, teas and tinctures.

Humic acids eliminate problems when applied superficially in the body:

- It treats open wounds and skin ulcers.
- Heals burns with minimal pain and scarring.
- It eliminates discoloration caused by skin burns.
- It acts as an anti-microbial and fungicide.
- It treats rash, itching and skin irritations.
- It helps heal cuts and abrasions.
- It helps heal insect and spider bites.
- Helps neutralize poison ivy and poison oak.

In humic acids containing quinone, polyphenol and polycarboxylic groups, quinones are responsible for the formation of reactive oxygen species (ROS) with fungicidal/bactericidal properties that are important in wound healing. Polyphenol and polycarboxylic groups are responsible for various other functions, especially anti-oxidant and anti-inflammatory. The polyphenolic groups in the structure provide anti-oxidant properties as they have the capacity to trap free radicals. It is predicted that different functional groups can increase the availability of nutrients and prevent metal toxicity in plants, animals and humans by binding to various compounds [1,12].

In a clinical study, it was reported that users of humic acid experienced an increase in mineral content, prevented the absorption of toxic elements, and improved their excretion [13]. The effects of humic acids in the prevention and treatment of diseases such as diabetes, antiviral, UV-B protective effects, cancer, anti-ulcerogenic, anti-tumor, and cardiovascular diseases have been highlighted in various studies [14].

Tiber et al. investigated the effect of humic acids on the K562 cell line. They found that humic acids inhibited the proliferation of K562 cells at concentrations higher than 20 µg mL-1. After 24 hours of treatment, they determined that the dosage of humic acid to K562 cells was 21 µg mL-1 at a dosage of 100 µg mL-1. These results suggest that humic acids inhibit the proliferation of K562 cells in a dose-dependent manner. Additionally, the study reported that 100

µg mL-1 of humic acids increased the expression of proapoptotic proteins and induced apoptosis in K562 cells within 24 hours. Apoptosis research is important for both explaining cancer development and developing anticancer therapies. This study demonstrates that humic acids exhibit anticancer effects on leukemia cells [14]. For this reason, humic acids have the potential to be used as a chemopreventive agent in the treatment of leukemia.

Yang et al. have demonstrated that humic acids exert an antiproliferative effect and growth inhibition on HL-60 cells via the induction of apoptosis. This study highlighted that the anti-ulcer effect of humic acids extracted from Shilajit could stem from their anti-microbial, anti-inflammatory, anxiolytic, anti-oxidant, healing, and regenerative effects [15].

The effect of humic acids on cervical cancer, one of the most common types of cancer seen in women, has been investigated [16]. In the study conducted on this type of cancer, it has been found that humic acids have anti-carcinogenic effects on HeLa cells, while they do not exhibit cytotoxic effects on normal cells. It has been reported that humic acids increase caspase enzyme activation, reduce mitochondrial membrane potential, and thus exhibit anti-carcinogenic effects [17].

In a study conducted by Şehitoğlu et al., they investigated the gastroprotective effect of humic acid using ethanol and indomethacin-induced ulcer models [18]. Humic acid exhibits a dual beneficial protective effect by suppressing gastric aggressive factors, reactive oxygen species, proinflammatory cytokines, and proapoptotic proteins while enhancing gastric cytoprotective factors. The anti-ulcer activity of humic acids has been confirmed through macroscopic and histological examination of ulcers, mucosal edema, epithelial erosion of mucosal tissue, infiltration of inflammatory cells, and severity and number of bleedings. Furthermore, it has been demonstrated that humic acids have a healing effect on gastric tissues with ulcers and mucosal damage, as well as increasing the levels of ADAMTS-12 (a novel anti-tumor protease that can reduce the proliferative properties of tumor cells) and ADAM-10 (protein coding gene), which are important metalloproteinases. Thanks to these effects, in addition to reducing inflammation, the levels of inflammatory cytokines determined by gene expression were reduced. Histopathological evaluations showed that humic acids had at least as much protective effect as famotidine against gastric mucosa damage. The use of natural antioxidant products should be widespread instead of chemical drugs that have many side effects. Studies by Şehitoğlu et al. have shown that humic acids have the potential to be a protective agent that can be used for stomach ulcers.

The activity of humic substances against human RNA viruses has been reported. Anti-viral treatments containing humic acid have been used against many human viruses as an additional therapy [19]. The anti-viral activities of humic substances are significant, and to date, they have been found to be effective against herpes simplex virus (HSV), human immunodeficiency virus (HIV), human respiratory syncytial virus, human cytomegalovirus, coxsackie virus, influenza virus, and vaccinia virus [20]. However, since 2019, the effects of the COVID-19 pandemic, against which humanity has been making great efforts to avoid falling ill and has been trying to protect itself through preventive measures, continue to persist to this day. Humic acids, which are effective against HIV, for which no vaccine exists and existing therapeutic agents have serious harmful side effects, are versatile in terms of anti-viral activity. This versatility shows that humic acids have the potential to be used against many other diseases, including cancer. The use of humic acids as a prophylactic measure shows that it has the effectiveness to provide the necessary solution to fight against COVID-19 and future virus types and many other new diseases. As a

result, it has been proven that humic substances form a series of composite cells and protein networks that protect people from germs and infections, thereby improving/strengthening the overall immune system. Humic acids have proven anti-viral activity against various human viruses, suggesting that they are candidate drugs that can be used to prevent as well as manage COVID-19 [20].

Hajdrik et al. have investigated the effect of commercially available humic acid dietary supplements (ZnSeC-Humicin) against COVID-19. In this study, they reported that humic substances combined with Zn-Se-ascorbic acid (ZnSeC-Humicin) showed a significant inhibitory effect on SARS-COV-2 virus replication [21].

Morozova et al. have demonstrated in their study that it is possible to enhance the effectiveness of anti-viral agents with humic acids, which are natural organic substances. They reported that the complex supramolecular structure of humic acids provides them with the potential for targeted drug delivery of molecules with low bioavailability. It is important to develop and produce effective drug delivery systems. Compared to synthetic polymers, natural materials exhibit superior biocompatibility and also have low toxicity. In this study, the transport properties of humic acids were investigated using two anti-viral drugs (Favipiravir and magniferin). Favipiravir is a synthetic compound used to treat various diseases including influenza and COVID-19, which inhibits the reproduction of viruses. Magniferin, on the other hand, is a plant-derived substance registered as an anti-viral drug in Russia for the treatment of herpes infection. Both compounds have limited use due to their low solubility in water. The conducted study showed that humic acids increased the bioavailability of both favipiravir and mangiferin. It has been reported that the use of a delivery system based on humic acids potentially increased the effectiveness of the drug, not only because of the better penetration of nanoparticles, but also due to the combined effect of the internal anti-viral activity of humic acids [22].

It is known that humic substances have many health-related activities and also have anti-viral activity in vitro [23]. It has been known for years that selenium and dibenzo-pyrones-chromoproteins (DCP) are immunomodulatory substances and strengthen our immune system [24]. It is true that when such functional substances are used together, the need for chemical drugs will be greatly reduced. Humic acids, which have been used in traditional medicine for years, are reliable substances. Humic substances are the best known electrolytes for humans. These electrolytes have the ability to restore vitality. It restores our energy and health when our electrolyte potential is lost. Essentially, this loss of electrolytes is the main reason why we age. However, humic substances provide electrochemical balance because they are both electron acceptors and donors. Humic substances are used as supplements to other anti-aging products and increase their effects. Additionally, humic substances treat or delay the side effects and symptoms of aging. When these combined applications are combined, important results are obtained not only in terms of immunity but also in terms of skin care and beauty. People spend heavily on both cosmetics and simple medical treatments such as pilonidal sinus and hemorrhoids. For this reason, humic acids undertake an important burden in cosmetics. Dizman and Tutar demonstrated that pilonidal sinus can be treated without the need for surgery with topical application of humic acid [25]. At the same time, the low recurrence rates compared to other surgical methods and the fact that it is an effective and inexpensive method make this type of treatment attractive. Topical application of humic acids is also effective in open wounds [26]. Humic acids terminate microorganism activity in the area where they are applied with their anti-microbial and anti-inflammatory properties. The termination of microorganism activities becomes effective through

phagocytosis. It ensures the stimulation, proliferation and activation of wound healing factors such as TNF-α in the area where microorganisms are inactivated, and eliminates the existing problem by triggering collagen synthesis [27]. Humic acids, which have important benefits for both skin and human health; It has the potential to be used in skin problems such as eczema, psoriasis, and many other diseases such as fungal infection, yeast, varicose veins, burns, ingrown hairs, and hemorrhoids [26,27]. Yilmaz et al. (2019), positive results were obtained in the skin diseases mentioned above [26].

To summarize the mechanism of action of humic acids on this subject, it accelerates the healing of open and incised wounds thanks to its anti-inflammatory and anti-oxidant activities. The anti-oxidant properties of humic acids are due to their carboxyl and predominantly polyphenolic hydroxyl groups. The groups in question are also groups that cause acidic and metal complexing properties [28,29].

RESULT

Humic substances are macromolecules formed from the dead tissues of plants and animals as a result of years of physical, chemical and microbiological transformations. Humic substances are divided into three groups, depending on their solubility: fulvic acids, humic acids and humin components. Humic substances can be found everywhere, especially in land and aquatic environments. However, it is thought that there is not enough humic substances left in the soil as a result of increased chemical fertilization. Accordingly, disruptions in the food chain cause people's immune systems to weaken and diseases to increase. When there is not enough humic acid in the soil in this chain that reaches from the soil to humans, this situation returns to all living things as a disease. Within the scope of the reasons mentioned above and the studies carried out, the specific properties of humic substances and each product obtained from them show that their use is important in almost every field, especially in medicine and agriculture. Humic acids are natural substances. They are easily accessible substances and have either harmless or minimal side effects. However, no known side effects have been detected to date.

Humic acids prevent vasodilation, bleeding and fibroblast proliferation. They have a positive effect on the course and outcome of anemia. They increase the level of hemoglobin and erythrocytes in the blood and, accordingly, reduce the recovery time of the blood picture. This information shows that humic acids can work in a versatile and effective way.

Unfortunately, despite being so effective even against current viruses, humic acids have not yet captured the interest of the medical world to establish a new field of study, and they continue to condemn people to chemical/synthetic drugs. Thanks to the anti-oxidant activity of humic acids, it may allow them to be used as a biologically active substance for drugs against pathologies caused by impaired redox homeostasis of the human body in the post-COVID period. In this way, morbidity decreases, prevents premature aging and improves people's quality of life. New natural polymers containing humic substances with special functions such as agents with antiviral activity, wound healing pomades, heavy metal binding compounds, binding of toxic chemicals and protective agents against ionizing irradiation should be developed and put into the service of humanity. The therapeutic properties of these developed products should be put on pharmacy shelves by revealing their pharmacological action mechanisms.

While the world is rapidly depleting natural resources and struggling with both a global and ecological crisis, the destruction of the environment and humans by synthetic products/fertilizers/medicines cannot be ignored. Humic substances are the main focus of

sustainable agriculture thanks to their benefits in matters such as soil improvement, plant nutrition and plant productivity. Humic substances have therapeutic properties for various body ailments in humans. Therefore, their potential as anti-aging, anti-oxidative, anti-inflammatory, anti-cancer, immunostimulating and growth-promoting agents are being widely investigated. The results of this research show that the healing power of humic substances is very great and that they can be used at every moment of our lives and can replace chemical substances.

REFERENCES

1. Yılmaz, R.F.: İnsan sağlığındaki eşsiz hazine: Humik asitler. OKU Journal of The Institute of Science and Technology. 6(2), 1675-1706 (2023).
2. Sparks, D.L.: Environmental soil chemistry. Elsevier Science: California-America (2003).
3. Goel, P., Dhingra, M.: Humic substances: Prospects for use in agriculture and medicine. Intech Open: London, UK 1-21. (2021).
4. Yılmaz, R.F., Dizman, M.: The use of humic acids in the fight against Varroa destructor (Mesostigmata: Varroidae). Acarological Studies. 5(1), 1-10 (2023).
5. Morales, J., Cid, A., Mejuto, J.C.: Alkaline hydrolysis of vinclozolin: Effect of humic acids aggregates in water. J. Mol. Catal. A: Chem. 401, 13-17 (2015). https://doi.org/10.1016/j.molcata.2015.02.017
6. Ay, F.: Hümik asit ve hümik asit kaynaklarının jeolojik ve ekonomik önemi. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi. 36(1), 28-51 (2015).
7. Anonymous: 2022. https://pdfslide.net/documents/humetcom-03-science.html
8. Tipping, E.: Cation binding by humic substances. Cambridge University Press: Cambridge-England (2002).
9. Tutar, A., Özdemir, A., Dizman, M., Horuz, A.: Batı karadeniz bölgesindeki ormangülü humusundan toplanan humik asitin karakterizasyonu. SAÜ Fen Edebiyat Dergisi, 1, 1-10 (2012).
10. Stevenson F. Humus chemistry: genesis, composition, reactions. Wiley: New York-America (1982).
11. Serravit, https://serravit.com.tr/insan-sagligi-uzerine-humik-asitle-yapilmis-bilimsel-calismalar-2/
12. De Melo, B.A.G., Motta, F.L., Santana, M.H.A.: Humic acids: structural properties and multiple functionalities for novel technological developments. Mater. Sci. Eng. C. 62(1), 967–974 (2015). https://doi.org/10.1016/j.msec.2015.12.001
13. Murbach, T.S., Glavits, R., Endres, J.R., Clewell, A.E., Hirka, G., V´ertesi, A., B´eres, E., Szakonyin, I.P.: A toxicological evaluation of a fulvic and humic acids preparation. Toxicol. Rep. 7, 1242-1254 (2020). https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2020.08.030
14. Tiber, P.M., Balcı-Okcanoglu, T., Karadeniz, M., Aykaç, A.: Evaluation of the apoptotic effects of the humic acid treatment on chronic myeloid leukemia cell line K562. Cyprus J. Med. Sci., 6(2), 157-162 (2021). https://doi.org/10.5152/cjms.2021.3044
15. Yang, H.L., Hseu, Y.C., Hseu, Y.T., Lu, F.J., Lin, E., Lai, J.S.: Humic acid induces apoptosis in human premyelocytic leukemia HL-60 cells. Life Sci. 75(15), 1817-1831. (2004). https://doi.org/10.1016/j.lfs.2004.02.033
16. Paavonen, J., Naud, P., Salmeron, J., Wheeler, J., Chow, S., Apter, D.: Efficacy of human papillomavirus (HPV)-16/18 AS04-adjuvanted vaccine against cervical infection and precancer caused by oncogenic HPV types (PATRICIA): final analysis of double-blind,

randomised study in young women. The Lancet. 374(9686), 301-314 (2009). https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61248-4
17. Demir Aktaş A. Humik asidin insan serviks kanseri üzerine antikanserojenik etkilerinin araştırılması. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, pp. 93, Türkiye, 2019.
18. Şehitoğlu, M.H., Öztopuz, Ö., Karaboğa, İ., Ovalı, M.A., Uzun, M.: Humic acid has protective effect on gastric ulcer by alleviating inflammation in rats. Cytol. Genet. 56(1), 84-97 (2022). https://doi.org/10.3103/S0095452722010091
19. Lu, F.J., Tseng, S.N., Li, M.L., Shih, S.R.: In vitro anti-influenza virus activity of synthetic humate analogues derived from protocatechuic acid. Arch. Virol. 147(2), 273-284 (2002). https://doi.org/10.1007/s705-002-8319-5
20. Koul, D., Khosla, J.K., Manhas, R. S., Chander, D., Chaubey, A.: COVID-19 prevention and management: Potential applications of humic substances. Integr. Med. Case Rep. 2(2), 61-68 (2021). https://doi.org/10.38205/imcr.020261
21. Hajdrik, P., Pályi, B., Kis, Z., Kovács, N., Veres, D. S., Szigeti, K., Budan, F., Hegedüs, I., Kovács, T., Bergmann, R., Máthé, D.: In vitro determination of inhibitory effects of humic substances complexing Zn and Se on SARS-CoV-2 virus replication. Foods, 11(5), 694 (2022). https://doi.org/10.3390/foods11050694
22. Morozova, M.A., Tumasov, V.N., Kazimova, I.V., Maksimova, T.V., Uspenskaya, E.V., Syroeshkin, A.V.: Second-Order scattering quenching in fluorescence spectra of natural humates as a tracer of formation stable supramolecular system for the delivery of poorly soluble antiviral drugs on the example of mangiferin and favipiravir. Pharmaceutics, 14(4), 767 (2022). https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14040767
23. Cagno, V., Donalisio, M., Civra, A., Cagliero, C., Rubiolo, P., Lembo, D.: In vitro evaluation of the antiviral properties of Shilajit and investigation of its mechanisms of action. J. Ethnopharmacol. 166, 129-34 (2015). https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.03.019
24. Ghosal, S.: Shilajit in Perspective, firsted. Alpha Science International Limited, Oxford, United Kingdom (2006).
25. Dizman M., Tutar A.: A novel polymer blend based on sodium humate/PVP/PEG. Functions of natural organic matter in changing environment, Springer 323-328 (2012).
26. Yılmaz, R.F., Dizman, M., Tutar, A.: Investigation of the effects of humic substances on skin diseases. 4th International Turkish Conference on Humic Substances (ITCHS, 2019), pp. 2, Sakarya (2019).
27. Dizman, M., Tutar, A.: Treatment of pilonidal sinüs by salts of humic acid. 15th Meeting of the IHSS. pp. 361-362 (2010).
28. Yamamoto, M., Nishida, A., Otsuka, K., Komai, T., Fukushima, M. Evaluation of the binding of iron(II) to humic substances derived from a compost sample by a colorimetric method using ferrozine. Bioresour. Technol. 101(12), 4456-4460 (2010). https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.01.050
29. Van Rensburg, C.E.J.: The antiinflammatory properties of humic substances: a mini review. Phytother. Res. 29(6): 791-795 (2015). https://doi.org/10.1002/ptr.5319

GƏLƏCƏYİN DARMANLARI: HUMİK TURŞULAR

Raşit Fikrət Yılmaz[1], Ahmet Tutar[2]

[1]Milli Müdafiə Universiteti, Türkiyə Dəniz Akademiyası, Fundamental Elmlər Bölməsi, İstanbul, 34940, Türkiyə, http://orcid.org/0000-0001-5505-1727, rasitfikretyilmaz@gmail.com; rasitfikret.yilmaz@msu.edu.tr
[2]Sakarya Universiteti, Fen Fakültəsi, Kimya Bölməsi, Sakarya, 54187, Türkiyə, http://orcid.org/0000-0001-5524-8001, atutar@gmail.com; atutar@sakarya.edu.tr

XÜLASƏ

Humik maddələr bitkilərin çürüməsi nəticəsində əmələ gələn təbii və emal olunan strukturlardır. Onlar sarıdan qaraya qədər, hidrofilik xüsusiyyətlərə və yüksək molekulyar çəkiyə malik tamamilə təbii üzvi strukturlardır. Humik maddələr kimyəvi və mikrobioloji oksidləşmə prosesi zamanı əmələ gələn, karbon dövrəsində ikinci ən böyük proses olan hər yerdə yayılmış üzvi birləşmələrdir. Bu proses nəmləndirmə adlanır. Humik maddələrin insan sağlamlığına həm müsbət təsiri, həm profilaktik təsiri, həm də müalicəvi təsiri mühüm yer tutur. Bundan əlavə, onun heyvan fiziologiyasına təsiri və kənd təsərrüfatında gübrələmə və detoksifikasiyaya verdiyi töhfələr də ətraf mühitə və ekosistemə müsbət təsir göstərir. Təbiətin bir hissəsi olaraq insanlar, heyvanlar və kənd təsərrüfatı qeyd olunan vəziyyətlərdən qarşılıqlı təsir göstərir. Torpağın mühüm komponentlərindən biri olan humik turşular etibarlı maddələr olduğu üçün həm insanlarda, həm də heyvanlarda istifadə olunma potensialına malikdir. Onlar mutagenlər kimi zərər vermir, heyvanın orqanizmində və yemində qalıq qoymur, həm ev quşlarında, həm də mal-qarada məhsuldarlığı artırmaq üçün istifadə olunur. Humik maddələr və onların komponentləri bir çox sahələrdə istifadə olunur. Ən çox istifadə edilən sahələr kənd təsərrüfatı, tibb, əczaçılıq, heyvandarlıq, ətraf mühit texnologiyaları və polimer sənayesidir. Son zamanlar xərçəngin müxtəlif növləri və onların müalicəsi ilə bağlı araşdırmalar davam etdirilir. Bundan əlavə, humik maddələr dəri sağlamlığında mühüm rol oynayır. Həm dəri problemlərində, həm də dəri sağlamlığının qorunmasında müsbət nəticələr göstərir. Bu araşdırma çərçivəsində son illərdə humik maddələrin insan sağlamlığına təsiri müzakirə ediləcək.

Açar sözlər: *humik maddələr, humik turşular, insan sağlamlığı, dəri sağlamlığı, antiviral fəaliyyət, COVID-19, SARS-CoV-2, favipiravir*

ЛЕКАРСТВА БУДУЩЕГО: ГУМИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

Рашит Фикрат Йылмаз[1]*, Ахмет Тутар[2]

[1]Национальный университет обороны, Военно-морская академия Турции, кафедра фундаментальных наук, Стамбул, 34940, Турция, http://orcid.org/0000-0001-5505-1727, rasitfikretyilmaz@gmail.com; rasitfikret.yilmaz@msu.edu.tr
[2]Университет Сакарьи, Факультет естественных наук, Кафедра химии, Сакарья, 54187, Турция, http://orcid.org/0000-0001-5524-8001, atutar@gmail.com; atutar@sakarya.edu.tr

РЕЗЮМЕ

Гуминовые вещества — это природные и переработанные структуры, образующиеся в результате распада растений. Это полностью натуральные органические структуры, от

желтого до черного цвета, обладающие гидрофильными свойствами и высокой молекулярной массой. Гуминовые вещества — это повсеместно распространенные органические соединения, образующиеся в процессе химического и микробиологического окисления, второго по величине процесса в круговороте углерода. Этот процесс называется гидратацией. Гуминовые вещества оказывают важное положительное профилактическое и лечебное воздействие на здоровье человека. Кроме того, его воздействие на физиологию животных и его вклад в оплодотворение и детоксикацию в сельском хозяйстве также оказывают положительное воздействие на окружающую среду и экосистему. Будучи частью природы, люди, животные и сельское хозяйство взаимодействуют друг с другом посредством вышеупомянутых ситуаций. Гуминовые кислоты, один из важных компонентов почвы, могут потенциально использоваться как для людей, так и для животных, поскольку они являются безопасными веществами. Они не вредны, как мутагены, не оставляют следов в организме животного или корме и используются для повышения продуктивности как птицеводства, так и животноводства. Гуминовые вещества и их компоненты применяются во многих областях. Наиболее часто используемые области — сельское хозяйство, медицина, фармацевтика, животноводство, экологические технологии и полимерная промышленность. В последнее время ведутся исследования различных видов рака и их лечения. Кроме того, гуминовые вещества играют важную роль в здоровье кожи. Он показывает положительные результаты как при проблемах с кожей, так и в поддержании ее здоровья. В рамках данного исследования будет рассмотрено влияние гуминовых веществ на здоровье человека в последние годы.

Ключевые слова: *гуминовые вещества, гуминовые кислоты, здоровье человека, здоровье кожи, противовирусная активность, COVID-19, SARS-CoV-2, фавипиравир*

GELECEĞİN İLAÇLARI: HUMİK ASİTLER

Raşit Fikret Yılmaz[1*], Ahmet Tutar[2]

[1]National Defence University, Turkish Naval Academy, Department of Fundamental Sciences, İstanbul, 34940, Turkey, http://orcid.org/0000-0001-5505-1727, rasitfikretyilmaz@gmail.com; rasitfikret.yilmaz@msu.edu.tr
[2]Department of Chemistry, Faculty of Science, Sakarya University, Sakarya, 54187, Turkey, http://orcid.org/0000-0001-5524-8001, atutar@gmail.com; atutar@sakarya.edu.tr

XÜLASƏ

Humik maddeler bitkilerin çürümesi sonucu oluşan doğal ve işlenebilir yapılardır. Sarıdan siyaha kadar değişen renklerde, hidrofilik özelliklere sahip, yüksek molekül ağırlıklı, tamamen doğal organik yapılardır. Humik maddeler karbon döngüsündeki ikinci en büyük süreç olan kimyasal ve mikrobiyolojik oksidasyon sürecinde ortaya çıkan yaygın organik bileşiklerdir. Bu sürece humifikasyon denir. Humik maddelerin insan sağlığı üzerindeki hem olumlu etkileri, profilaktik etkileri hem de tedavi edici etkileri önemli bir yer tutar. Ayrıca hayvan fizyolojisi üzerindeki etkisi, tarımda gübreleme ve detoksifikasyona katkıları da çevreyi ve ekosistemi olumlu yönde etkiler. Doğanın bir parçası olan insan, hayvan ve tarım bahsedilen durumlardan karşılıklı olarak etkilenir. Toprağın önemli bileşenlerinden biri olan humik asitler güvenilir maddeler oldukları için hem insanlarda hem de hayvanlarda kullanılma potansiyeline sahiptirler. Mutajenler gibi

zarar vermezler, hayvanın vücudunda ve yeminde kalıntı bırakmazlar ve hem kümes hayvanlarında hem de sığırlarda verimliliği artırmak için kullanılırlar. Humik maddeler ve bileşenleri birçok alanda kullanılmaktadır. En yaygın kullanım alanları tarım, tıp, eczacılık, hayvancılık, çevre teknolojileri ve polimer endüstrisi olarak sıralanabilir. Son zamanlarda çeşitli kanser türleri ve tedavileri üzerine çalışmalar devam etmektedir. Ayrıca humik maddeler cilt sağlığında önemli rol oynar. Hem cilt sorunlarında hem de cilt sağlığını korumada olumlu sonuçlar göstermektedir. Bu çalışma kapsamında humik maddelerin son yıllarda insan sağlığı üzerindeki etkileri tartışılacaktır.

Açar sözlər: *humik maddeler, humik asitler, insan sağlığı, cilt sağlığı, antiviral aktivite, COVID-19, SARS-CoV-2, favipiravir.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0033

TƏRKİBİNDƏ AZOT OLAN MAYE KAUÇUKLARIN SİNTEZİ VƏ KORROZİYA İNHİBİTOR XASSƏLƏRİNİN TƏDQİQİ

Əzizə Əbdürrəhimova[1], Füzuli Nəsirov[2], Xəyalə Abbasova[3], Vüsalə Baxşıyeva[4]

[1]Bakı Ali Neft Məktəbi, AZ Xətai rayonu Ağ şəhər 1-ci Xəzər küçəsi, 5, Bakı, Azərbaycan
[2,3,4]ARETN akad.Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu, Xocalı pr., 30, AZ1025, Bakı, Azərbaycan
[2,3,4] "Polifunksional kompleksonlar və metal kompleks birləşmələr" laboratoriyasıı
[1]magistr, aziza.abdurrahimova.std@bhos.edu.az
[2]Laboratoriya müdiri, kimya elmləri doktoru, https://orcid.org/0000-0003-1287-9254, fizuli_nasirov@yahoo.com
[3]Böyük elmi işçi, vusal-abbasov78@mail.ru
[4]Böyük elmi işçi, https://orcid.org/0000-0002-9399-6403, vusale_ismaylova@mail.ru

XÜLASƏ
Müxtəlif aminlərlə (di-etilamin, di-n-butilamin, di-n-heksilamin, di-n-oktilamin) aminləşmiş epoksi maye polibutadienlərin (AEMPBD-1500 və AEMPBD-3000) və maleinləşmiş maye polibutadienlərin (MMPBD) polietilenpoliaminlə (PEPA) reaksiyasından sintez olunmuş imidazolinlər (İMPBD-1500 və İMPBD-3000) T-30 yağına 1.0, 5.0 və 10.0 % miqdarlarında qatılmış və konservasiya mayeləri tərkibində korroziya ingibitoru xassələri tədqiq olunmuşdur. AEMPBD-1500 və AEMPBD-300 nümunələrinin korroziyadan mühafizə təsiri hidrokamerada 310-480 gün, dəniz suyunda 210-360 gün, 0.001%-li H2SO4 turşusu məhlulunda 130-260 gün təşkil edir. Müqayisə üçün götürülmüş MPBD və EMPBD nümunələrində bu göstəricilər hidrokamerada 72-84 gün, dəniz suyunda 40-49 gün, 0.001%-li H_2SO_4 turşusu məhlulunda 23-28 gün təşkil edir ki, bu da EMPBD tərkibinə azot qruplarının daxil edilməsilə və bu azot qrupları miqdarının artması ilə əldə olunan AEMPBD-nin inhibitor təsirinin kəskin olaraq yüksəlməsini sübut edir.

Açar sözlər: *polibutadien, epoksidləşmə, aminləşmiş maye polibutadien, korroziya inhibitorları*

Giriş

Müasir dövrümüzdə çoxsaylı kimyəvi birləşmələr içərisində ən çox tətbiq sahələri tapanlardan biri azotlu üzvi birləşmələrdir [1, 9-13]. Onlar dərmanlar, boyaq komponentləri, sintetik liflər, səthi aktiv maddələr, plastik materiallar, korroziya inhibitorları, konservasiya mayeləri və sürtküləri istehsalında geniş istifadə olunurlar. Azotlu birləşmələr bəzən daş kömür qatranında, neftlərdə təbii birləşmələr şəklində olsa da, əksər hallarda sintez olunurlar. Müxtəlif azotlu üzvi birləşmələrin sintezi üçün müxtəlif kimyəvi üsullar vardır. Onların bəziləri preparativ sintez üsullarına aid olsa da, bir çoxu müxtəlif kimyəvi reaksiyalar əsasında sintez olunaraq sənayedə geniş miqyasda tətbiq olunmuşlar [7,8,14,15]. Bu üsullardan biri də polimerlərin, xüsusilə də aşağı molekul kütləli polibutadienlərin (maye kauçukların) modifikasiyası ilə azot tərkibli polimerlərin əldə olunmasıdır.

Maye kauçuklar modifikasiya üsullarının müxtəlifliyinə və asanlığına görə tədqiqatçıların diqqətini daha çox cəlb etməkdədirlər. Onların əsasında korroziya əleyhinə örtük kompozisiyası

əsasən molekul kütləsi 5000-10000 olan maye kauçukların üzvi həlledicilərdə (toluol, ksilol, uayt-spirit və s.) 40-60%-li məhlulunda müxtəlif qeyri-üzvi piqmentlərlə (titan oksid, sink oksid, litopon, təbaşir tozu və s.) qarışığından ibarətdir və yaxşı örtük əmələ gəlmə xüsusiyyəti ilə fərqlənir. Lakin onun istifadə miqdarının artıq olması və eyni zamanda tərkibində azot saxlayan fraqmentlərin olmaması səbəbindən konservasiya mayelərində korroziya inhibitoru olaraq istifadə edilə bilmir. Tərkibində azot atomları saxlayan maye kauçukların sintezi və onların konservasiya mayelərində korroziyan inhibitoru kimi istifadəsi aktual olmaqlayanaşı, həm də mühüm elmi-praktiki əhəmiyyətə malikdir.

Məlum olduğu kimi, epoksid qatranları metallara əla adgeziya (yapışma), yüksək davamlılıq və elektrik izolyasiya, kimyəvi maddələrə, turş mühitə və suya qarşı müqavimət göstərmə qabiliyyətlərinə görə boya sənayesində geniş istifadə olunur. Epoksid qatranı strukturunda sabit karbon-karbon və efir əlaqələrinin mövcudluğu onların yüksək kimyəvi sabitliyini təmin edir. Epoksid örtüklər korroziya inhibitorları ilə birlikdə istifadə edildikdə aqressiv mühitin təsirinə müqavimət göstərməklə korroziyaya qarşı yüksək qoruma qabiliyyəti nümayiş etdirirlər.

Yuxarıda deyilənləri nəzərə alaraq qeyd edə bilərik ki, tərkibində azot atomları saxlayan və epoksidləşmiş maye kauçuk əsasında korroziya inhibitorunun yaradılması və onun konservasiya mayelərində tətbiqi aktuallığı və elmi yeniliyi ilə fərqlənir. Aşağıda epoksidləşdirilmiş və eləcə də maleinləşmiş maye polibutadienin (maye kauçukun) aminləşməsindən əldə olunan məhsulların konservasiya mayelərinin komponenti kimi tətbiqi ilə onun korroziya əleyhinə effektivliyinin artırılmasına həsr olunmuş tədqiqat işlərinin nəticələri verilmişdir.

Təcrübi hissə

İstifadə olunmuş reagentlər

Tədqiqatlarda istifadə olunan malein turşusu, malein anhidridi, benzoil peroksid (BP), izopropil hidroperoksid (Qiperiz), qarışqa turşusu, hidrogen peroksid və s. nümunələri əsasən Merk firmasından əldə olunmuşdur. Həlledicilər və digər reagentlər [2] işinə uyğun olaraq təmizlənmişdir.

Tədqiqat üsulları

Ilkin maye polibutadien kuçukunun (MPBD) və onun əsasında sintez olunmuş digər məhsulların nümunələrinin quruluşları “BRUKER” firmasının (Almaniya) istehsalı olan İQ-Furye spektrometrində (ALPHA) 600-4000 sm-1 tezlik aralığında və 10-15 mk udulma qatının qalınlığında təyin olunmuşdur.

Təcrübələrin nəticələri və müzakirəsi

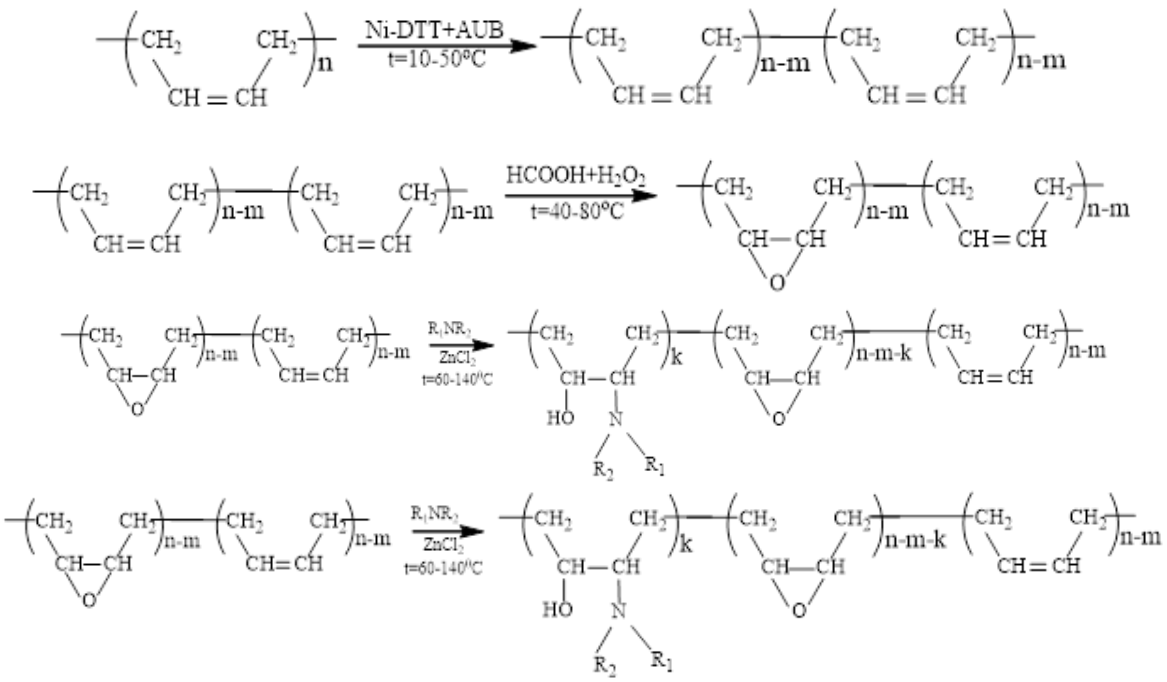
Maye polibutadien nümunələri (MPBD) laboratoriyamızın [3,4] işinə uyğun olaraq pirolizin C_4 fraksiyası tərkibindəki butadienin seçici olaraq nikel ditiotörəmələrinin (O,O-ditiofosfatlar, N,N-ditiokarbamatlar və ksantogenatlar əsaslı) alüminium üzvi birləşmələrlə (dietilalüminium xlorid, di-iso-butilalüminium xlorid, etilalüminiumseskvi xlorid və s.) qarşılıqlı təsirindən alınan bifunksional katalitik ditiosistemlər iştirakı ilə 10-50^oC temperaturda 1-3 saat müddətində polimerləşməsi ilə alınmışdır.

MPBD-nin epoksidləşmə məhsulu (EMPBD) [5] işinə uyğun olaraq qarışqa turşusuyla hidrogen peroksidin sulfat turşusu (H_2SO_4) katalizatoru iştirakında (və yaxud katalizatorsuz) *in situ* olaraq 40-80^oC temperaturda 4-6 saat müddətində qarşılıqlı təsirindən alınmış perqarışqa turşusu ilə MPBD-nin reaksiyasından əldə olunur.

Epoksidləşdirilmiş maye polibutadienin müxtəlif aminlərlə reaksiyasından aminləşdirilmiş

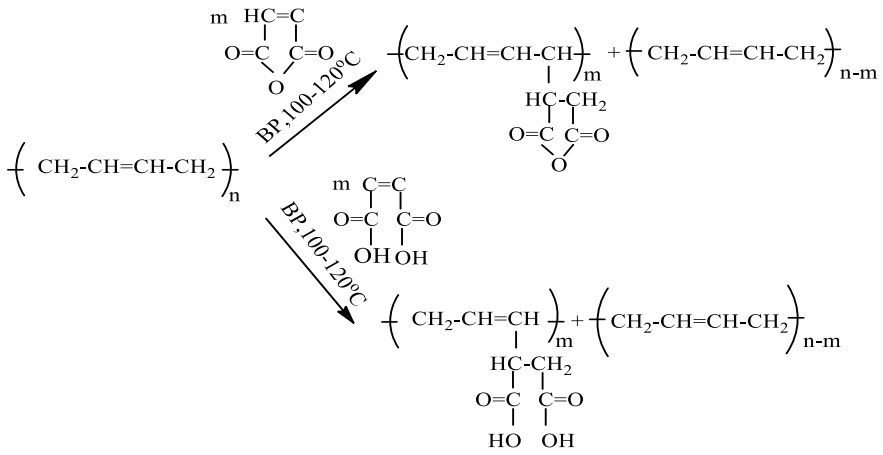
epoksi polibutadienin (AEMPBD) sintezi aşağıdakı tipik metodikaya uyğun olaraq aparılmışdır: qarışdırıcı, qızdırıcı və nümunə götürmək üçün xətti olan 100 ml-lik reaktorda 3.0 q (2 mmol) epoksidləşmiş maye polibutadien (EMPBD-1500) 3.0 ml (2.1 q, 28.6 mmol) dietilamində həll edilir və üzərinə 0.3 q (2.2 mmol) $ZnCl_2$ katalizator kimi əlavə edilir. Kolbada temperatur 60°C olaraq tənzimlənir və 4 saat müddətində qarışdırmaqla, qızdırılır. Qızdırıldıqdan sonra qarışıq otaq temperaturuna qədər soyudulur və reaksiyaya girməyən amindən azad olmaq üçün Rotor Buxarlandırıcıda 60°C-də vakuumda qızdırılır. Alınmış məhsul 50 ml etilasetatda həll olunur və məhlul 125 ml-lik ayırıcı qıfa keçirilir. $ZnCl^2$ üç dəfə 50 ml olmaqla doymuş natrium bikarbonat məhlulu ilə yuyularaq uzaqlaşdırılır. Əldə olunmuş üzvi lay üç dəfə 50 ml olmaqla distillə edilmiş su ilə və doymuş natrium xlorid məhlulu ilə yuyulur. Üzvi lay $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ üzərində qurudulur, filtr vasitəsilə süzülür və 30 dəqiqə müddətində 60°C-də vakuum altında qurudulur. AEMPBD-1500-ün çıxımı 80% təşkil edir. Reaksiyaya girməmiş dietilamin bu şəraitdə tamamilə son məhsuldan təmizlənir.

Polibutadienin, epoksidləşmiş polibutadienin və onun aminləşməsindən əldə olunan aminləşmiş epoksipolibutadienin (AEMPBD) sintezi reaksiyası aşağıdakı sxemlər üzrə aparılır:

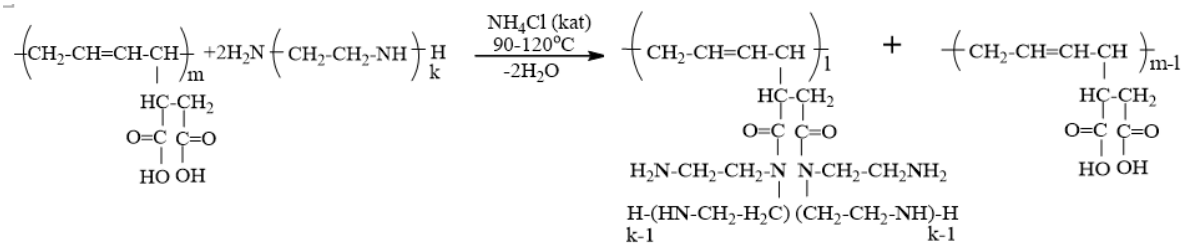


burada, n- ikiqat rabitələrin miqdarı; n-m- reaksiya qabiliyyətli ikiqat rabitələrin miqdarı; m-epoksid qruplarının miqdarı; k- amin qruplarının miqdarı; R_1= R_2=C_2-C_8 alkil radikalları.

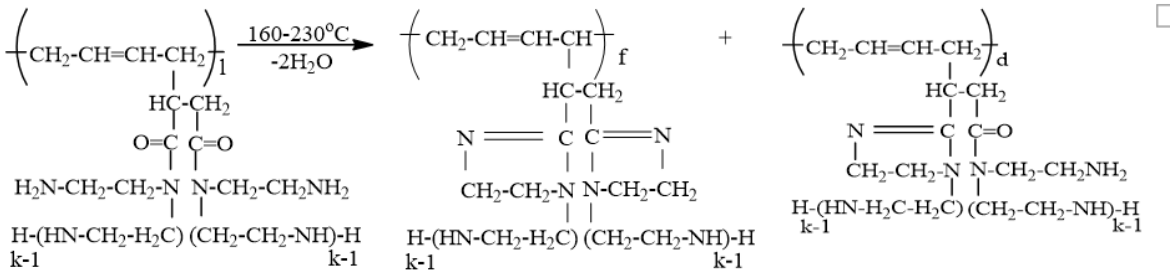
MPBD-lərin maleinləşmə reaksiyaları həm termiki olaraq 180-230°C-də, həm də inisiatorlar (benzoil peroksid (BP) və ya izopropil hidroperoksid (qiperiz) iştirakında maye kauçuka görə 1-5% miqdarında götürülməklə, müvafiq olaraq 80-100°C və 110-135°C temperaturlarında aparılmışdır. Reaksiya həm toluol həlledicisindən istifadə edilməklə (MPBD-nin toluolda 10%-li məhlulu), həm də həlledici götürülmədən aparılmışdır. MPBD-nin bu şəraitlərdə gel əmələ gəlməsi ilə nəticələnən tikilmə prosesinin qarşısının alınması üçün sistemə 1.0 % miqdarında mis naftenat daxil edilmişdir [6].



Maleinləşmiş maye polibutadien kauçuklarının müxtəlif polietilenpoliaminlər (DETA, TETA, TEPA və PEPA) qarışığı olan PEPA ilə reaksiyası nəticəsində amidlərin (AMPBD) (a) və imidazolinlərin (İMPBD) (b) sintezinın sxemi aşağıda verilmişdir:



a)

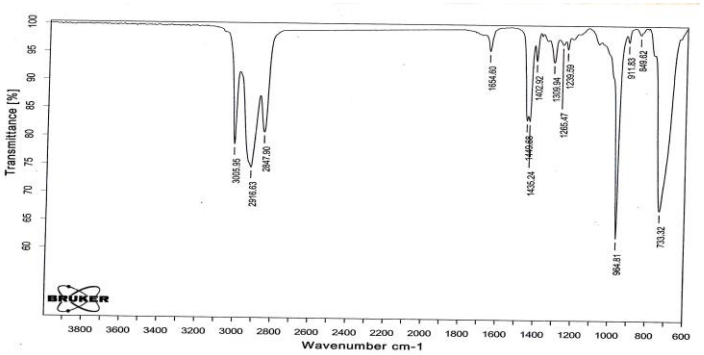


b)

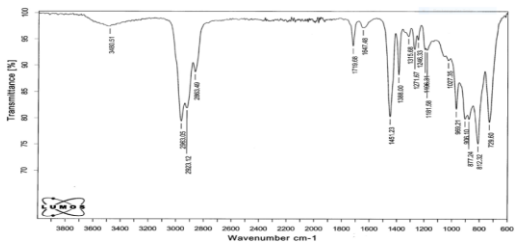
burada, n – butadien manqalarındakı ikiqat əlaqələrin miqdarı (n = 27–55); m – malein qruplarının miqdarı (m = 16–33); k – etilenamin qruplarının miqdarı (k = 2–4); l – “gemini” (“ekiz”) amid qruplarının miqdarı (l = 14–30); f – “gemini” (“ekiz”) imidazolin qruplarının miqdarı (f = 5-15; d – amid və imidazolin qruplarının birlikdə miqdarı (d = 3–6).

Reaksiya aşağıdakı metodika əsasında aparılmışdır: katalizator, həlledici (o-ksilol), maleinləşmiş maye kauçuk və poliamin otaq temperaturunda reaktora yüklənir. Sonra qarışdırılmaqla temperatur 90-120^{o}C və yaxud 150-200^{o}C-yə qədər yüksəldilir və reaksiya 2-3 saat müddətində aparılır. Din-Stark qurğusundan istifadə etməklə reaksiya nəticəsində ayrılan su sistemdən kənarlaşdırılır. Bundan sonra temperatur 230^{o}C-yə qədər artırılır və reaksiya 2-3 saat müddətində qarışdırılmaqla davam etdirilir. Reaksiyadan sonra reaktor otaq temperaturuna qədər soyudulur, katalizator filtrləməklə ayrılır, həlledici rektifikasiya ilə sistemdən uzaqlaşdırılır.

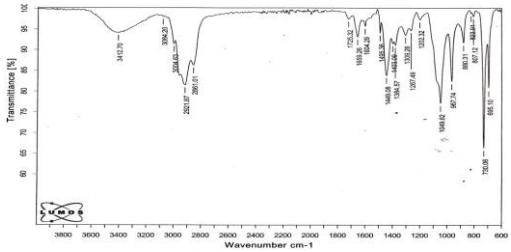
İlkin götürülmüş MPBD (a), epoksidləşdirilmiş (EMPBD) (b) anun əsasında sintez edilmiş aminləşdirilmiş (AEPMD) (c), maleinləşdirilmiş (MMPBD) (d) və onun əsasında əldə olunmuş imidazolinin (İMPBD) (e) İQ-spektrləri aşağıda verilmişdir:



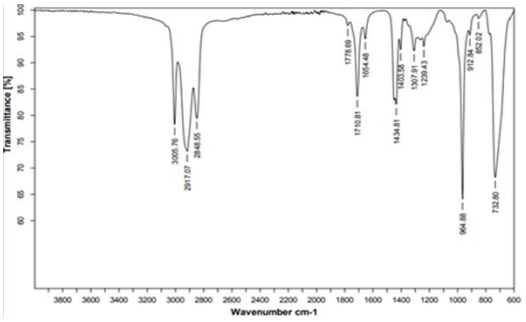
A



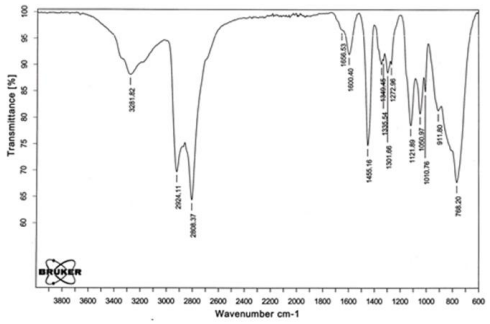
B



C



D



E

Yüksək effektivliyə malik konservasiya mayeləri almaq üçün müxtəlif aminlərlə (di-etilamin, di-n-butilamin, di-n-heksilamin, di-n-oktilamin) aminləşmiş epoksi maye polibutadienlərin (AEMPBD-1500 və AEMPBD-3000) və maleinləşmiş maye polibutadienlərin (MMPBD) polietilenpoliaminlə (PEPA) reaksiyasından sintez olunmuş imidazolinlər (İMPBD-1500 və İMPBD-3000) T-30 yağına 1.0, 5.0 və 10.0 % miqdarlarında qatılmış və konservasiya mayeləri tərkibində korroziya ingibitoru xassələri tədqiq olunmuşdur. Eləcə də müqayisə üçün maye polibutadienlərin (MPBD-1500 və MPBD-3000), epoksidləşmiş (EMPBD-1500 və EMPBD-3000) və maleinləşmiş (MMMPBD) maye polibutadienlərin T-30 yağına müxtəlif qatılıqlarda əlavə edilməsiylə hazırlanmış konservasiya mayelərinin sınağı aparılmışdır.

Konservasiya mayelərinin istifadəsi ilə metalların korroziya əleyhinə sınaq prosesi son dövrün müasir texnoloji qurğularından olan «Corrosionbox-1000E» adlı təcrübə kamerasında

mövcud standartlar (ГОСТ 9054-75.“Консервационные масла, смазки и ингибированные пленкообразующие нефтяные составы”) çərçivəsində həyata keçirilmişdir. Analizlər “Polad-3” (Ст-3) markalı metal lövhələrdən istifadə etməklə “Q-4” markalı hidrokamerada, dəniz suyunda və 0.001%-li H_2SO_4 turşusu məhlulunda ilk korroziya özəyinin yaranması müşahidə olunana qədər davam etdirilmişdir.

Göstərilmişdir ki, AEMPBD-1500 və AEMPBD-300 nümunələrinin korroziyadan mühafizə təsiri yüksəkdir və baza yağının analoji göstəriciləri ilə müqayisədə üstündür. Baza yağından istifadə olunduğu zaman hidrokamerada 26 gün, dəniz suyunda 15 gün, 0,001%-li H_2SO_4 turşusu məhlulunda 9 günə korroziya əlamətləri müşahidə edilsə də, təklif olunan konservasiya mayelərində bu göstəricilər belədir: hidrokamerada 310-480 gün, dəniz suyunda 210-360 gün, 0.001%-li H_2SO_4 turşusu məhlulunda 130-260 gün təşkil edir. Müqayisə üçün götürülmüş MPBD və EMPBD nümunələrində bu göstəricilər hidrokamerada 72-84 gün, dəniz suyunda 40-49 gün, 0.001%-li H_2SO_4 turşusu məhlulunda 23-28 gün təşkil edir ki, bu da EMPBD tərkibinə azot qruplarının daxil edilməsilə və bu azot qrupları miqdarının artması ilə əldə olunan AEMPBD-nin inhibitor təsirinin kəskin olaraq yüksəlməsini sübut edir.

Maleinləşmiş maye kauçuklar əsasında sintez olunmuş imidazolin nümunələrinin (İMPBD-1500 və İMPBD-3000) də korroziyadan mühafizə təsiri olduqca yüksəkdir və baza yağının analoji göstəriciləri ilə müqayisədə üstündür. Təklif olunan imidazolinlərdən istifadə edildikdə konservasiya mayelərində göstəricilər belədir: hidrokamerada 430-580 gün, dəniz suyunda 310-415 gün, 0.001%-li H_2SO_4 turşusu məhlulunda 180-320 gün təşkil edir. Müqayisə olaraq götürülmüş MMPBD-1500 və MMPBD-3000 nümunələrində bu göstəricilər hidrokamerada 110-184 gün, dəniz suyunda 140-156gün, 0.001%-li H_2SO_4 turşusu məhlulunda 113-125 gün təşkil edir. Bu isə öz növbəsində MPBD-nin tərkibinə birdən artıq (funksionallıq təxminən 16-33) malein qrupunun daxil edilərək, ondan müvafiq azot tərkibli poliimidazolinlərin (funksionallıq təxminən 5-10) əldə edilməsinin onların korroziya inhibitor təsirinin kəskin olaraq yüksəlməsinin təmin edilməsini sübut edir.

Epoksidləşmiş maye polibutadienin aminləşməsiylə, eləcə də maleinləşmiş maye polibutadienin PEPA ilə reaksiyasından əlsə olunmuş imidazolinlərin sadəcə T-30 yağına əlavə edilməsiylə yüksək effektivliyə malik konservasiya yağlarının əldə edilməsinin mmümkünlüyü prosesin texnologiyasını asanlaşdırmaqla yanaşı əlavə xərcləri olduqca azaldır ki, bu da sonda əhəmiyyətli iqtisadi səmərə əldə etməyə imkan verir.

Ədəbiyyat

1. V.M.Abbasov, L.İ.Əliyeva, L.M.Əfəndiyeva, Y.C.Ağazadə, A.M.Tağıyeva, N.Ş.Rzayeva, N.İ.Mürsəlov. Azotlu üzvi birləşmələr kimyası (monoqrafiya). Bakı: Beynəlxalqkitab, 2021, –204 s.
2. Вайсбергер А., Проскауэр Э, Риддик Дж., Туж Э. Органические растворители. Физические свойства и методы очистки, 1958, 520 с.
3. WO Patent № 1991002587 (07.03.1991). Catalyst for polymerization of diene and method of obtaining polydienes with the use of said catalyst / V.S.Aliev, S.M.Aliev, A.H.Azizov, F.A.Nasirov, G.A.Mamedaliev, T.A.Ismailov, V.M.Kruchinina, N.F.Dzhanibekov, I.P.Golberg, R.K.Gadzhiyev, F.M.Novruzova, M.Kh.Mamedov, et all.
4. Nasirov F.A. Bifunctional nickel- or cobalt-containing catalyst-stabilizers for polybutadiene production and stabilization. (Part 1) Polymerization of butadiene with nickel- or cobalt-containing catalytic dithiosystems. Kinetic study and molecular mass-stereoregularity

correlation. Iranian Polymer Journal, 12 (3), 2003, 217-235.
5. Patent № 3,253,000 (USA). Preparation of Liquid Epoxides from Polydiolefins // Polidiolefinlərdən maye epoksidlərin hazırlanması (1966) (İngiliscə).
6. Azərbaycan Respublikası Patenti İ 2022 0014 F.Ə.Nəsirov, V.M.Abbasov, Y.Ağazadə, A.M.Tağıyeva, X.A.Abbasova, E.K.Həsənov, S.R.Rəfiyeva Aminləşmiş epoksi maye polibutadien konservasiya mayelərinin komponenti kimi
7. В.М.Аббасов, Ф.А.Насиров, Е.Дж.Агазаде, Х.А.Аббасова, В.И.Бахшиева, Д.Б.Агамалиева, С.Р.Рафиева Антикоррозионные свойства аминированного эпоксидного жидкого полибутадиена в составе консервационных жидкостей / Журнал практика противокоррозионной защиты, 2023, Т.28, №1, с.12-24
8. Kh.A.Abbasova, V.İ.Bakhshieva, S.R.Rafieva, F.A.Nasirov Corrosion inhibitors based on aminated epoxy liquid polibutadiene rubber / 6th İnternational Turkic World Conference on Chemical Science and Technologies, Baku, 2022, p.75-76
9. Агамалиев З.З. Синтез 2-гидрокси-3-(метилциклоалкил)-5-метил-бензиламиноэтилалкилимидазолинов – антиоксидантов к моторным маслам // Нефтепереработка и нефтехимия, 2018, №8, с.32-35.
10. Ağamalıyev Z.Z. Piroliz prosesinin C4-fraksiyasının dimerləşmə məhsulları əsasında alınmış p-alkilfenolun aminoetilnonilimidazolinlə qarşılıqlı təsir reaksiyaları. // Naxçıvan Dövlət Universiteti. Elmi əsərlər. Təbiət və tibb elmləri seriyası, Naxçıvan, 2018, №7 (96), s.145-150.
11. Aghamaliyev Z.Z. Production and properties of surface-active compositions based on oxyetized nonylphenol and alkylymidazolines // Processes of Petrochemistry and Oil Refining, Baku. 2021. Vol.22, No. 1, p. 50-57.
12. Aghamaliyev Z.Z., Naghiyeva M.V., Rasulov Ch.K. Synthesis of 2-Hydroxy-3-(Methylcyclo-hexenyl-Isopropyl)-5-Methylbenzylaminoethylnonyl Imidazolines - The Thermostabilizers to Polypropylene // ScientificNet. Publisher in Materials Science & Engineering. Materials Science Forum, Switzerland, 2018, Vol. 935, pp. 155-159.
13. Aghamaliyev Z.Z., Abbasov V.M., Rasulov Ch.G., Aghamaliyeva D.B. Preparation of compositions of oxyethylated nonylphenol with alkylimidazoles and study of their action against sulfate-reducing bacteria // Baku: Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2021. Vol.9, No. 05, p.60-65.
14. Emil A. Aydinsoy, Zaur Z. Aghamaliyev, Durna B. Aghamaliyeva, Vasif B. Abbasov. A systematic review of corrosion inhibitors in Marine environments: insights from the last 5 years. // Processes of Petrochemistry and Oil Refining (PPOR), Baku, 2024, Vol. 25, No. 3, pp.793-843.
15. Аббасов В.М., Мамедбейли Э.Г., Агамалиева Д.Б., Эфендиева Л.М., Мамедова Н.М., Агазаде Е.Дж., Агамалиев З.З. Синтез производных имидазолинов на основе синтетических нефтяных кислот и их влияние на микробиологическую коррозию. // Практика противокоррозионной защиты. 2018, №1 (87), с.17-23.

СИНТЕЗ ЖИДКИХ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ КАУЧУКОВ И ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ

Азиза Абдуррахимова[1], Физули Насиров[2], Хаяла Аббасова[3], Вусала Бахшиева[4]

[1]Бакинская Высшая Школа Нефти, АЗ 1027, Хатаинский район, Белый город, улица 1-я Хазар, 5, Баку, Азербайджан
[2,3,4]Министерство Науки и Образования Азербайджанской Республики Институт нефтехимических процессов имени академика Ю.Г. Мамедалиева, проспект Ходжалы, 30, AZ1025, Баку, Азербайджан
[1] магистр, aziza.abdurrahimova.std@bhos.edu.az
[2,3,4] Лаборатория «Полифункциональные комплексоны и металлокомплексные соединения»
[2]Заведующий лабораторией, доктор химических наук, https://orcid.org/0000-0003-1287-9254, fizuli_nasirov@yahoo.com
[3]Старший научный сотрудник, vusal-abbasov78@mail.ru
[4]Старший научный сотрудник, https://orcid.org/0000-0002-9399-6403 , vusale_ismaylova@mail.ru

РЕЗЮМЕ

В статье рассмотрены имидазолины (ИЖПБД-1500 и ИЖПБД-3000), синтезированные реакцией аминированных эпоксидных жидких полибутадиенов (АЭЖПБД-1500 и АЭЖПБД-3000) и малеинизированных жидких полибутадиенов (МЖПБД) с полиэтиленполиамином (ПЭПА) с различными аминами (диэтиламином, ди-н-бутиламином, ди-н-гексиламином, ди-н-октиламином). Их добавляли в масло Т-30 в количестве 1,0, 5,0 и 10,0% и изучали ингибиторные свойства в составе консервационных жидкостей. Антикоррозионный эффект образцов АЭЖПБД-1500 и АЭЖПБД-3000 составляет 310-480 суток в гидрокамере, 210-360 суток в морской воде и 130-260 суток в 0,001% растворе кислоты H_2SO_4. В образцах МЖБД и ЭЖПБД, взятых для сравнения, эти показатели составляют 72-84 суток в гидрокамере, 40-49 суток в морской воде и 23-28 суток в 0,001% растворе кислоты H_2SO_4, что доказывает резкое усиление ингибирующего действия ЭЖПБД, достигаемое за счет введения в состав ЭЖПБД азотсодержащих групп и увеличения количества этих азотсодержащих групп.

Ключевые слова: *полибутадиен, эпоксидирование, аминированный жидкий полибутадиен, ингибиторы коррозии*

SYNTHESIS OF LIQUID NITROGEN-CONTAINING RUBBERS AND STUDY OF THE PROPERTIES OF CORROSION INHIBITORS

Aziza Abdurrahimova[1], Fizuli Nasirov[2], Khayala Abbasova[3], Vusala Bakhshiyeva[4]
[1]Baku Higher Oil School, AZ 1027, Khatai district, White city, 1st Khazar street, 5, Baku, Azerbaijan
[2,3,4] Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Institute of Petrochemical Processes named after academician Yu.G. Mammadaliyeva, Khojaly Avenue, 30, AZ1025, Baku, Azerbaijan
[1] Magistr, aziza.abdurrahimova.std@bhos.edu.az
[2,3,4] Laboratory of "Polyfunctional Complexones and Metal Complex Compounds"
[2]Head of the Laboratory, Doctor of Chemical Sciences, https://orcid.org/0000-0003-1287-9254 , fizuli_nasirov@yahoo.com
[3]Senior Researcher, vusal-abbasov78@mail.ru
[4]Senior Researcher, https://orcid.org/0000-0002-9399-6403 , vusale_ismaylova@mail.ru

ABSTRACT
The article considers imidazolines (ILPBD-1500 and ILPBD-3000) synthesized by the reaction of aminated epoxy liquid polybutadienes (AELPBD-1500 and AELPBD-3000) and maleated liquid polybutadienes (MLPBD) with polyethylenepolyamine (PEPA) with various amines (diethylamine, di-n-butylamine, di-n-hexylamine, di-n-octylamine). They were added to T-30 oil in the amount of 1.0, 5.0 and 10.0% and inhibitory properties were studied in the composition of preservative liquids. The anticorrosive effect of the AELPBD-1500 and AELPBD-3000 samples is 310-480 days in a hydrochamber, 210-360 days in sea water and 130-260 days in a 0.001% solution of H_2SO_4 acid. In the LPBD and ELPBD samples taken for comparison, these indicators are 72-84 days in a hydrochamber, 40-49 days in sea water and 23-28 days in a 0.001% solution of H_2SO_4 acid, which proves a sharp increase in the inhibitory effect of ELPBD, achieved by introducing nitrogen-containing groups into the ELPBD composition and increasing the number of these nitrogen-containing groups.

Keywords: *polybutadiene, epoxidation, aminated liquid polybutadiene, corrosion inhibitors*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0042

MONOETANOLAMİN VƏ DİETANOLAMİN ƏSASLI İMİDAZOLİNLƏRİN ELEKTRİK KEÇİRİCİLİYİNİN TƏDQİQİ

Vaqif M. Abbasov, Nərmin M. Məmmədova, Eldar H. Məmmədbəyli, Pərvanə Ə. Mövsümova, Nahidə M. Məmmədova

Elm və Təhsil Nazirliyinin akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri Institutu
AZ 1025 Bakı, Xocalı pr., 30
e-mail: narmin.ec2020@gmail.com

XÜLASƏ

Müasir sənayenin müxtəlif sahələrində, xüsusilə neft, qaz və kimya sənayesində metalların korroziyadan qorunması vacib məsələlərdən biridir. Bu problemi həll etmək məqsədilə yeni nəsil çoxfunksiyalı korroziya inhibitorlarının sintezi və onların xüsusiyyətlərinin tədqiqi böyük əhəmiyyət kəsb edir. Bu tədqiqat çərçivəsində ilkin olaraq təbii mənşəli piydən hidroliz üsulu ilə karboksil turşuları alınmışdır. Daha sonra bu turşuların monoetanolamin və dietanolaminlə reaksiyası nəticəsində müxtəlif imidazolin törəmələri sintez edilmişdir. Sintez olunmuş imidazolinlərin fiziki-kimyəvi xassələri tədqiq edilmiş və onların struktur xüsusiyyətləri İQ (infraqırmızı) spektroskopiya üsulu ilə təsdiqlənmişdir. İQ spektrlərinin təhlili nəticəsində imidazolin halqasının əmələ gəlməsini sübut edən xarakterik zirvələr müəyyən edilmişdir. Bundan əlavə, alınmış komplekslərin molekulyar quruluşu və onların səth aktiv xüsusiyyətləri də öyrənilmişdir. Alınmış maddələrin elektrokimyəvi xüsusiyyətlərinin təyini məqsədilə xüsusi müqavimət və xüsusi elektrik keçiriciliyi ölçülmüşdür. Tədqiqatlar göstərmişdir ki, monoetanolamin (MEA) əsasında sintez edilmiş imidazolinin elektrik keçiriciliyi dietanolamin (DEA) əsasında alınmış imidazolinlə müqayisədə daha yüksəkdir. Bu, monoetanolaminin molekulyar quruluşu və imidazolin halqası ilə qarşılıqlı təsiri nəticəsində yaranan ionlaşma qabiliyyəti ilə izah edilir. Beləliklə, monoetanolamin tərkibli imidazolinlərin elektrokimyəvi xüsusiyyətləri daha əlverişli olduğundan onların korroziya inhibitoru kimi effektivliyi daha yüksək ola bilər.

Tədqiqatların nəticələri göstərir ki, sintez olunmuş imidazolinlər müxtəlif sənaye sahələrində, xüsusilə aqressiv mühitlərdə metal səthlərinin qorunmasında perspektivli korroziya inhibitorları kimi istifadə oluna bilər. Bundan əlavə, onların elektrokimyəvi xüsusiyyətlərinin tədqiqi, tətbiq sahələrinin genişləndirilməsi və stabil effektivliyinin qiymətləndirilməsi gələcək tədqiqatların əsas istiqamətlərindən biri kimi müəyyənləşdirilə bilər.

Açar sözlər: xüsusi müqavimət, xüsusi elektrik keçiriciliyi, imidazolin törəmələri, monoetanolamin, dietanolamin, heyvan mənşəli turşu

Giriş

Ölkəmizdə korroziya inhibitorlarının hazırlanması və sənaye sahələrində tətbiqi istiqamətində geniş miqyaslı elmi-tədqiqat işləri aparılmaqdadır. Son araşdırmalar göstərmişdir ki, imidazolinlər əsasında sintez edilən üzvi birləşmələr yüksək inhibitor xüsusiyyətlərinə malik olmaqla yanaşı, metal səthlərində qoruyucu təbəqə əmələ gətirərək onların korroziyadan

mühafizəsini təmin edir. Bu birləşmələr yalnız metal səthlərinin aşınmasının qarşısını almaqla kifayətlənmir, həm də onların uzunmüddətli istismar müddətini artırır. Bu baxımdan imidazolin törəmələrinin tətbiq sahələri kifayət qədər genişdir. Onlar xüsusilə neft və qaz hasilatı, su nəqliyyat sistemləri, kimya sənayesi və metallurgiya kimi sənaye sahələrində geniş istifadə olunur. Bu maddələr metal avadanlıqlarının, boru xətlərinin və digər mühəndis qurğularının korroziyaya qarşı qorunmasında mühüm rol oynayır. Bundan əlavə, imidazolin törəmələri konservasiya mayelərinin tərkibində istifadə edilərək, metal konstruksiyaların və avadanlıqların korroziya dayanıqlığını artırır, onların istismar müddətini uzadır və texniki xidmət ehtiyacını azaldır.

Təqdim olunan tədqiqat işi, təbii mənşəli piyin hidroliz üsulu ilə parçalanması nəticəsində əldə edilən yağ turşularının monoetanolamin (MEA) və dietanolamin (DEA) ilə reaksiyası əsasında imidazolin birləşmələrinin sintezinə və onların fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərinin öyrənilməsinə həsr edilmişdir. Bu tədqiqat çərçivəsində imidazolinlərin alınma prosesi detallı şəkildə araşdırılmış, istifadə olunan xammal və reaksiya şəraiti optimallaşdırılmışdır. Eyni zamanda, sintez edilən imidazolin törəmələrinin strukturu və onların müxtəlif mühitlərdə sabitliyi tədqiq edilmişdir. Bundan əlavə, əldə olunmuş birləşmələrin inhibitor xassələri, suda və üzvi həlledicilərdə həllolma qabiliyyəti, həmçinin onların metalların səthində adsorbsiyası və korroziyaya qarşı effektivliyi də qiymətləndirilmişdir. Bu araşdırma imidazolinlərin sənaye sahələrində, xüsusilə neft və qaz sənayesində korroziya inhibitorları kimi tətbiq perspektivlərini də əhatə edir və bu istiqamətdə yeni imkanlar açır [1, 15-18].

Təcrübi hissə

Yeni növ inhibitorların sintezi məqsədilə təbii mənşəli bərk yağlardan hidroliz üsulu ilə yağ turşuları əldə edilmişdir. Bu prosesdə ilkin xammal kimi istifadə olunan bərk yağlar 60°C temperaturadək qızdırılmış və daha sonra reaksiya mühitinə tədricən 10%-li natrium hidroksid (NaOH) məhlulu əlavə edilmişdir. Reaksiya 65-80°C temperatur intervalında aparılmış və iki saat ərzində davamlı qarışdırılmaqla yağın qələvi mühitdə hidrolizi həyata keçirilmişdir. Bu mərhələnin sonunda yağ turşularının natrium duzları əmələ gəlmişdir. Növbəti mərhələdə natrium duzlarına 20%-li xlorid turşusu (HCl) ilə təsir göstərilmiş, nəticədə yağ turşuları sərbəstləşdirilmişdir. Daha sonra yağ turşuları yuyularaq artıq qələvidən tam təmizlənmiş, tərkibində qalmış su isə buxarlandırılaraq saf yağ turşuları əldə edilmişdir. Sintez edilən yağ turşularının imidazolin törəmələrinə çevrilməsi üçün onlar monoetanolamin (MEA) və dietanolamin (DEA) ilə 1:1 mol nisbətində reaksiya aparılmışdır. Bu proses 220-240°C temperatur intervalında, 2-4 saat müddətində həyata keçirilmişdir. Reaksiya mühitində həlledici kimi benzol istifadə edilmişdir ki, bu da reaksiya gedişatının daha effektiv olmasına şərait yaratmışdır. Reaksiya nəticəsində 2 mol su ayrılmış və imidazolin törəmələri sintez olunmuşdur. Bu mərhələlərin hər biri yağ turşularının yüksək saflıqda əldə olunmasını, onların imidazolin törəmələrinə çevrilməsini və nəticədə korroziya inhibitoru kimi effektiv istifadə oluna biləcək yeni birləşmələrin sintezini təmin etmişdir [2, 9, 10, 19].

Analitik üsullar.

Sintez olunmuş maddələrin struktur xüsusiyyətlərinin müəyyən edilməsi məqsədilə onların infraqırmızı (İQ) spektrləri BRUKER ALPHA FURYE markalı spektrometrdə analiz edilmişdir. Tədqiqatlar 4000-400 sm^{-1} dalğa uzunluğu intervalında aparılmış və alınan spektrlər əsasında funksional qrupların mövcudluğu təsdiqlənmişdir. Bu analizlər nəticəsində imidazolin törəmələrinin əsas funksional qruplarının vibrasiya tezlikləri və kimyəvi bağların xüsusiyyətləri

müəyyən edilmişdir.
Bundan əlavə, sintez edilən birləşmələrin elektro-fiziki xassələri tədqiq olunmuş, onların xüsusi müqaviməti və xüsusi elektrik keçiriciliyi ölçülərək qiymətləndirilmişdir. Bu parametrlərin təyini imidazolin törəmələrinin elektro-kimyəvi xüsusiyyətlərinin daha dərindən öyrənilməsinə və onların tətbiq sahələrinin genişləndirilməsinə imkan yaratmışdır.

Elektrik keçiriciliyi, materialın elektrik cərəyanını ötürmə qabiliyyətini xarakterizə edən əsas parametrlərdən biridir və o, xüsusi müqavimət ilə tərs mütənasibdir. Bu parametr aşağıdakı düstur əsasında hesablanmışdır: $\lambda = 1/\rho$

Bu düsturdan göründüyü kimi, xüsusi müqavimət nə qədər kiçik olarsa, materialın elektrik keçiriciliyi bir o qədər yüksək olar. Sintez edilən imidazolin törəmələrinin elektrik keçiriciliyi bu prinsip əsasında təyin olunmuş və onların elektro-kimyəvi xüsusiyyətləri qiymətləndirilmişdir [3].

Burada, λ (S/m) – xüsusi elektrik keçiriciliyi,

ρ ($\Omega \cdot m$) – xüsusi müqavimət.

Sintez olunmuş imidazolinlərin fiziki-kimyəvi göstəriciləri təyin edilmiş və cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1. İmidazolinlərin fiziki-kimyəvi xassələri

Adı	Aqreqat halı	Rəngi	Ərimə temperaturu, °C	Qaynama temperaturu, °C	Xüsusi müqaviməti ρ,(Om·m)	Xüsusi elektrik keçiriciliy, λ, $(\frac{S}{sm})$
A1	Bərk	Qəhvəyi	45-90	250-300	$4 \cdot 10^3$	$2.5 \cdot 10^{-4}$
A2	Bərk	Qəhvəyi	45-85	250-300	$4.5 \cdot 10^3$	$2.2 \cdot 10^{-4}$

A1 (MEA + turşu (1:1))
A2 (DEA+turşu (1:1))

Cədvəldən də göründüyü kimi dietanolamin əsaslı imidazolinin xüsusi elektrik keçiriciliyi monoetanolamin əsaslı imidazolindən bir qədər aşağı elektrik keçiriciliyə malikdir**,** Belə ki DEA tərkibində iki hidroksil qrupu vardır ki, bu da molekulu daha sıx edərək ionların hərəkətliliyini azalmasına gətirib çıxarır [4, 5]**.**

Tədqiqatların davamı olaraq imidazolin törəmələrinin həllolma qabiliyyəti müxtəlif həlledicilərdə, o cümlədən su, spirtlər (izopropil spirti) və qeyri-polyar həlledicilər ilə sınaqdan keçirilmişdir [10, 11].

Müəyyən edilmişdir ki, sintez olunmuş birləşmələr əsasən su, izopropil spirti və ya su- izopropil spirti qarışığında həll olur. Sintez olunmuş imidazolinlərin həllolma qabiliyyətləri cədvəl 2-də göstərilmişdir.

Cədvəl 2. İmidazolinlərin həllolma qabiliyyətləri

Kod	Su	İzopropil spirti	Su-izopropil spirti (1:1)
A1	–	+	⊥
A2	–	+	⊥

- həll olmur
+ həll olur
⊥ qismən həll olur

Təcrübələr göstərmişdir ki, bu birləşmələr hidrofob xüsusiyyətlərə malik olduqları üçün suda zəif

dispersləşir, lakin üzvi həlledicilərdə daha yaxşı həll olur.

Nəticələrin təhlili

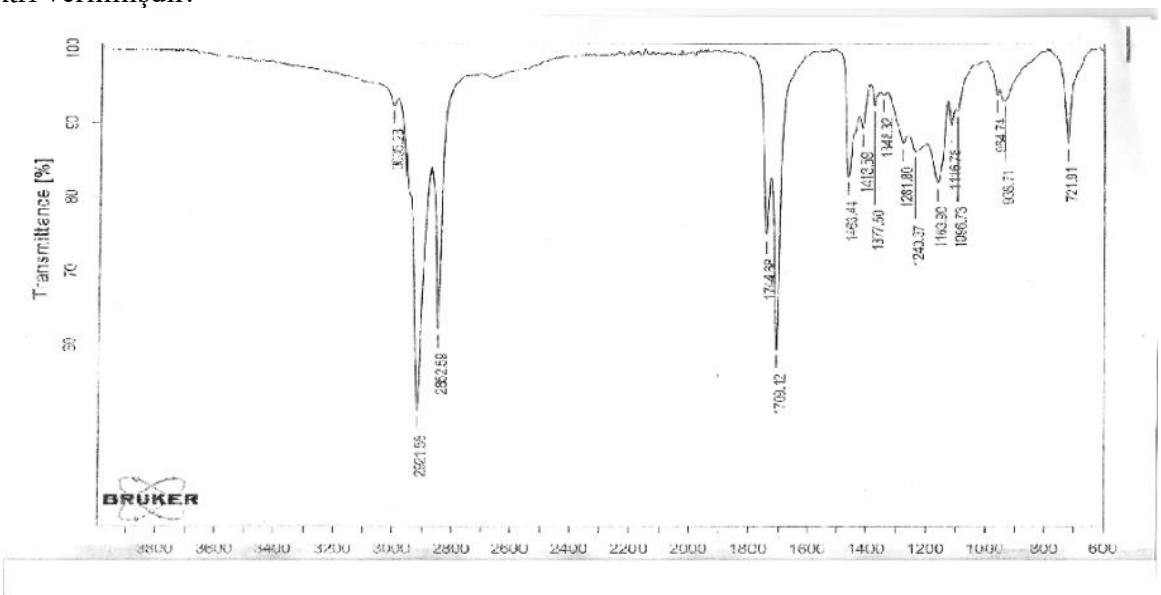
Təbii mənşəli yağ turşuları və MEA (DEA) əsasında alınmış imidazolinin sintezi aşağıdakı sxem üzrə gedir [6,7,8]:

1) $RCOOH+H_2NCH_2CH_2OH \rightarrow RCONHCH_2CH_2OH+H_2O$

2) $RCONHCH_2CH_2OH \rightarrow R\text{-}C\text{-}N=CH\text{-}CH_2\text{-}N+H_2O$

İmidazolin sintezində, monoetanolamin ($H_2NCH_2CH_2OH$) **və** yağ turşusu əvvəlcə amid əmələ gətirir, daha sonra isə siklizasiya baş verir, bu da imidazolin halqasının formalaşmasına gətirib çıxarır [12, 13].

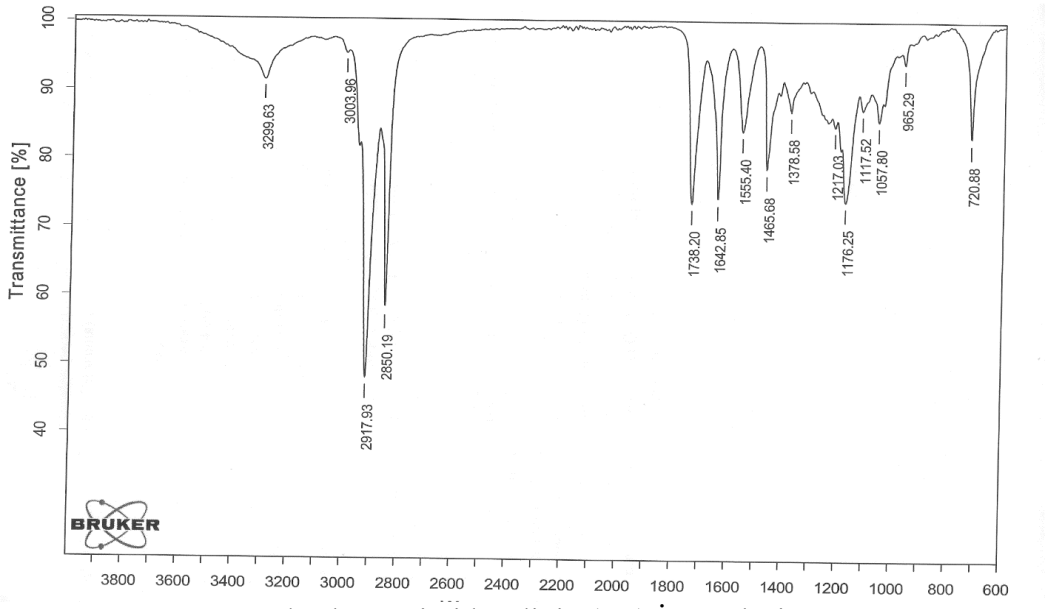
Alınmış turşunun quruluşu İQ spektoskopik üsulla təsdiq edilmişdir. Şəkil 1-də maddənin İQ spektri verilmişdir.



Şəkil 1. Təbii mənşəli yağ turşusnun İQ spektri

Təbii mənşəliyağ turşusnun İQ spektri aşağıdakı udulma zolaqlarına malikdir: 721 sm^{-1} udulma zolaqları $-CH_2$ qrupunun C–H rabitəsinin riyazi rəqsinə uyğundur. 938, 964sm^{-1} udulma maksimumu -HC =C qrupunun C–H rabitəsinin deformasiya rəqsidir. 1096, 1116, 1163, 1240, 1281 sm^{-1} C–O əlaqəsinə məxsus udulma zolaqlarıdır. 1744 sm^{-1} udulma zolağı mürəkkəb efirin C=O əlaqəsinə məxsusdur. 1709 sm^{-1} geniş udulma zolağı turşunun –COOH qrupunun C=O əlaqəsinə uyğun gəlir. 1348, 1377, 1413, 1463, 2852, 2921 sm^{-1} CH_3 ,CH_2 və CH qruplarının C–H rabitəsinin deformasiya və valent rəqsləridir, 3005 sm^{-1} HC =C qrupunun C–H rabitəsinin valent rəqsidir.

Sintez nəticəsində alınmış imidazolinin (A1) quruluşu İQ spektoskopik üsulla təsdiq edilmişdir. Şəkil 2-də maddənin İQ spektri verilmişdir.



Şəkil 2. Turşu və MEA əsasında alınmış imidazolinin (A1) İQ spektri

Təbii mənşəliyağ turşusu və MEA (1:1 mol nisbətində) əsasında alınmış imidazolinin İQ spektri aşağıdakı udulma zolaqlarına malikdir: CH_2 və CH_3 qruplarının C−H rabitələrinin deformasiya 721, 1378, 1465 sm^{-1} və 2850; 2917 sm^{-1} valent rəqslərinə uyğundur. C−N rabitəsi-1217 sm^{-1} və C=N rabitəsi -1642 sm^{-1} valent rəqsləridir. N−H rabitəsinin deformasiya-1555sm^{-1} və 3299 sm^{-1} valent rəqslərinə uyğundur.C=O rabitəsi-1738 sm^{-1} mürəkkəb efirin valent rəqsidir .

Məlumdur ki, konservasiya mayelərinin elektrik keçiriciliyi ilə korroziyadan müdafiə effekti arasında bir başa asılılıq var. Xüsusi müqavimətin və xüsusi elektrik keçiriciliyinin dəyişməsi, korroziya proseslərinin gedişi zamanı səthi mərkəzlərin əvəzlənməsi ilə əlaqədardır. Belə ki, məhlulun xüsusi elektrik keçiriciliyi nə qədər böyükdürsə, onun korroziyadan müdafiə effekti də bir o qədər böyük olur.

İmidazolin törəmələrinin həllolma qabiliyyəti müxtəlif həlledicilərdə, o cümlədən su, spirtlər və qeyri-polyar həlledicilər ilə sınaqdan keçirilmişdir. Təcrübələr göstərmişdir ki, bu birləşmələr hidrofob xüsusiyyətlərə malik olduqları üçün suda zəif dispersləşir, lakin üzvi həlledicilərdə daha yaxşı həll olur. Bundan əlavə, imidazolinlərin korroziya inhibitor xassələri qiymətləndirilmiş və onların metal səthlərində adsorbsiyası tədqiq edilmişdir. Aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, imidazolin törəmələri metal səthində monomolekulyar qoruyucu təbəqə əmələ gətirərək onun korroziyadan qorunmasına şərait yaradır [14].

Bu analizlərin nəticələri sintez olunmuş imidazolinlərin müxtəlif sənaye sahələrində, xüsusilə neft və qaz sənayesində, metal konstruksiyaların qorunmasında və korroziya inhibitorları kimi tətbiq perspektivlərini genişləndirməyə imkan vermişdir.

Nəticələr

1.Heyvan mənşəli bərk turşular və monoetanolamin (MEA), dietanolamin (DEA) əsasında sintez edilmiş imidazolinlərin yüksək spesifik elektrik keçiriciliyinə malik olduğu müəyyən edildi.
2.Sintez olunmuş imidazolinlərin izopropil spirtində daha yaxşı həll olduğu məlum olmuşdur.
3.Aparılan tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edildi ki, dietanolamin əsasında alınmış

imidazolinlərlə müqayisədə monoetanolamin əsasında sintez olunmuş imidazolinlər daha yüksək xüsusi eletrik keçiriciliyinə malikdirlər.

Ədəbiyyat

1. Vagif M Abbasov, Narmin M Mammadova, Durna B Aghamaliyeva Study of the bactericidal properties of imidazoline derivatives based on natural origin solid acid // Processes of Petrochemistry and Oil Refining, 2024, T.25, №4, p.1082-1089
2. Abbasov V.M., Hany M. Abd. EL-Lateef, L.I. Aliyeva, et al. Evaluation of New complex surfactants based on vegetable oils as corrosion inhibitors for Mild Steel in CO2-Saturated 10% Nall Solutions.Journal of Materials Physics and Chemistry (USA), 2013, Vol.1, No.2, p.19-26.
3. Pat. 120110064 AzR 2008
4. Vagif M. Abbasov, Nərmin M. Məmmədova, E.H.Məmmədbəyli, Nərmin D. Məmmədova. Heyvan mənşəli bərk turşu əsaslı imidazolin törəmələrinin xüsusi müqavimətinin və elektrik keçiriciliyinin təyini // Akademik Akif Həmid oğlu Əzizovun 80 illik yubileyinə həsr olunmuş konfrans "Metalkompleks və metalüzvi kataliz, (so)oliqomer, (So)polimerlərin sintezi və tədqiqi", 2023, s.153-154.
5. Аббасов В.М. , Мамедбейли Э.Г., Мамедова Н.М., Агамалиева Д.Б. и др. Получение композиций на основе имидазолиновых жирных кислот растительного происхождения и солей металлов и изучение их свойства // Нефтепереработка и нефтехимии, 2017, №10, с. 42-46
6. Mammadova N.M. Corrosion inhibitors based on vegetable oils.Bashkir Chemical Journal, 2023, Vol.30, No.4, pp.56-67 (in Russian)
7. Abbasov V.M., Mammadova N.M., Mammadbeyli E.H. Synthesis of imidazoline derivatives of vegetable fatty acids and investigation by IR spectroscopy.Chemical problems, 2015, No. 3, pp. 245-249
8. Abbasov V.M., Mammadova N.M., Mammadbeyli E.G. Action of inorganic complexes synthesized on the basis of palm oil against atmospheric and hydrogen sulfide corrosion // Practice of anticorrosive protection, 2018, No. 1, pp. 44-50 (in Russian)
9. Abd.Əl-Lətif H.M. CO_2 korroziyasından müdafiə üçün bəzi bitki yağları əsasında korroziya inhibitorlarının sintezi və tədqiqi: Kim. üzrə fəls. dok. dis. Bakı, 2013, 200 s.
10. N.M. Məmmədova Bitki mənşəli turşuların azotlu və metal saxlayan törəmələrinin korroziya inhibitoru və konservasiya mayelərinə komponent kimi tədqiqi: Kim. üzrə fəls. dok. dis. Bakı, 2018, 178 s.
11. R. J. Slaughter, R. W. Mason, D. M. G. Beasley, J. A. Vale, L. J. Schep. Isopropanol poisoning// Clinical Toxicology (Philadelphia, Pa.). 2014-06-01. Т. 52, вып. 5. С. 470–478.
12. Abbasov V.M., Mammadova N.M., Mammadbeyli E.H. Synthesis of imidazoline derivatives of vegetable fatty acids and investigation by IR spectroscopy // Chemical problems, 2015, No. 3, pp. 245-249
13. Tyagi R.İ., Tyagi V.K. and Pandey S.K. İmidazoline and its derivatives: An overview // JOS, 2007 Vol. 56 (5) p. 211-222
14. Quraishi M.A., Rafiquee M.Z., Saxena N., Khan S. Fatty acid thiosemicarbazides as corrosion inhibitors for mild steel in hydrochloric acid solution // JCSE, 2006, Vol. 10, p. 3.
15. Ağamalıyev Z.Z. 2-Tsikloalkil-4-metilfenolların aminoetilnonilimidazolinlə aminometilləşmə reaksiyaları // Milli Aviasiya Akademiyasının "Elmi məcmuələri", – 2018. Cild 20, №1, – s.30-33.
16. Агамалиев, З.З. Синтез 2-гидрокси-3-(метилциклоалкил)-5-метилбензиламиноэтилалкил-имидазолинов – антиоксидан-тов к моторным маслам // Нефтепереработка и нефтехимия, – 2018. №8, – с.32-35.
17. Агамалиев З.З., Аббасов В.М., Расулов Ч.К., Назаров И.Г., Рзаева Н.Ш., Нагиева М.В. Синтез пространственно-затрудненных метилциклоалкилфенолов и некоторые особенности реакции аминометилирования их аминоэтилнонилимидазолином.// Химия и химическая технология, – 2019. Том 62, №2, – с.17-24.

18. Aghamaliyev, Z.Z. Production and properties of surface-active compositions based on oxyetized nonylphenol and alkylymidazolines // Processes of petrochemistry and oil-refining, 2021. Vol.22, No. 1, p. 50-57.
19. Aghamaliyev Z.Z., Mursalov N.I., Rzayeva N.S., Azizli O.M., Rasulov Ch.K., Mukhtarova G.S. Study of modification of oxyethylated nonylphenol with alkylimidazoline as CO_2 corrosion inhibitor. Journal of Baku Engineering University. Chemistry and Biology. An international journal, 2020. No.2, p.98-105.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ИМИДАЗОЛИНОВ НА ОСНОВЕ МОНОЭТАНОЛАМИНА И ДИЭТАНОЛАМИНА

Вагиф М.Аббасов, Нармин М.Мамедова, Эльдар Г.Мамедбейли,
Парвана А. Мовсумова, Нахида М. Мамедова
Академик РАН и РАН Ю.Х. Во имя Мамедалиева
Институт нефтехимических процессов
AZ 1025 Баку, пр. Ходжалы, 30
электронная почта: narmin.ec2020@gmail.com

РЕЗЮМ

Защита металлов от коррозии является одной из важных проблем в различных областях современной промышленности, особенно в нефтяной, газовой и химической отраслях. Для решения этой проблемы большое значение имеет синтез многофункциональных ингибиторов коррозии нового поколения и изучение их свойств. В рамках данного исследования карбоновые кислоты первоначально были получены из природных жиров путем гидролиза. Позднее путем взаимодействия этих кислот с моноэтаноламином и диэтаноламином были синтезированы различные производные имидазолина. Изучены физико-химические свойства синтезированных имидазолинов и подтверждены их структурные особенности методом ИК-спектроскопии. Анализ ИК-спектров выявил характерные пики, подтверждающие образование имидазолинового кольца. Кроме того, были изучены молекулярная структура полученных комплексов и их поверхностно-активные свойства. Для определения электрохимических свойств полученных веществ были измерены удельное сопротивление и удельная электропроводность. Исследования показали, что электропроводность имидазолина, синтезированного на основе моноэтаноламина (МЭА), выше, чем у имидазолина, полученного на основе диэтаноламина (ДЭА). Это объясняется молекулярной структурой моноэтаноламина и его способностью к ионизации, возникающей в результате взаимодействия с имидазолиновым кольцом. Таким образом, имидазолины, содержащие моноэтаноламин, могут обладать большей эффективностью в качестве ингибиторов коррозии, поскольку их электрохимические свойства более благоприятны.

Результаты исследований показывают, что синтезированные имидазолины могут быть использованы в качестве перспективных ингибиторов коррозии в различных отраслях промышленности, особенно при защите металлических поверхностей в агрессивных средах. При этом изучение их электрохимических свойств, расширение областей применения и оценка стабильной эффективности можно выделить в качестве одного из основных направлений будущих исследований.

Ключевые слова: удельное сопротивление, удельная электропроводность, производные имидазолина, моноэтаноламин, диэтаноламин, животная кислота

STUDY OF ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF MONOETHANOLAMINE AND DIETHANOLAMINE-BASED IMIDAZOLINES

Vagif M. Abbasov, Narmin M. Mammadova, Eldar H. Mammadbayli,
Parvana A. Movsumova, Nahida M. Mammadova
Ministry of Science and Education named after academician Y.H. Mammadaliyev
Institute of Petrochemical Processes
AZ 1025 Baku, Khojaly ave., 30
e-mail: narmin.ec2020@gmail.com

ABSTRACT
In various fields of modern industry, especially in the oil, gas and chemical industries, the protection of metals from corrosion is one of the important issues. In order to solve this problem, the synthesis of new generation multifunctional corrosion inhibitors and the study of their properties are of great importance. In the framework of this study, carboxylic acids were initially obtained from natural fats by hydrolysis. Then, various imidazoline derivatives were synthesized by reacting these acids with monoethanolamine and diethanolamine. The physicochemical properties of the synthesized imidazolines were studied and their structural features were confirmed by IR (infrared) spectroscopy. As a result of the analysis of the IR spectra, characteristic peaks were identified, which proved the formation of the imidazoline ring. In addition, the molecular structure of the obtained complexes and their surface active properties were also studied. In order to determine the electrochemical properties of the obtained substances, the specific resistance and specific electrical conductivity were measured. Studies have shown that the electrical conductivity of imidazoline synthesized on the basis of monoethanolamine (MEA) is higher than that of imidazoline obtained on the basis of diethanolamine (DEA). This is explained by the molecular structure of monoethanolamine and its ionization ability resulting from its interaction with the imidazoline ring. Thus, monoethanolamine-containing imidazolines may have a higher effectiveness as corrosion inhibitors due to their more favorable electrochemical properties. The results of the research show that the synthesized imidazolines can be used as promising corrosion inhibitors in various industrial sectors, especially in aggressive environments, to protect metal surfaces. In addition, the study of their electrochemical properties, expansion of application areas and assessment of stable effectiveness can be identified as one of the main directions of future research.

Keywords: *specific resistance, specific electrical conductivity, imidazoline derivatives, monoethanolamine, diethanolamine, animal acid*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0050

ETİLENDİAMİNTETRA SİRKƏ TURŞUSUNUN DİETANOLAMİNLƏ MÜXTƏLİF MOL NİSBƏTLƏRİNDƏ SİNTEZ OLUNMUŞ AMİDİNİN NA+ DUZUNUN KORROZİYA VƏ DUZÇÖKMƏ İNHİBİTORU KİMİ TƏDQİQİ

İsmayıl İsmayılov[1], Teyyub İsmayılov[2], Rəhimə Fərhadova[3], Çimnaz Salmanova[4], Rüfanə Əlizadə[5], Hacıyeva Günay[6]

[1,2,3,4,5,6,]Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu,
[1]k.e.d., dosent, baş elmi işçi, http://orcid.org/0009-0008-2351-3016, ismayilov.ismayil@gmail.com
[2]k.ü.f.d, dosent, laboratoriya müdiri, http://orcid.org /0000-0001-9981-7990, ismailovteyyub47@gmail.com
[3]böyük elmi işçi, dissertant, https://orcid.org/0009-0007-1277-5603, rehime.ferhadova@mail.ru
[4]k.e.d., dosent, baş elmi işçi, http://orcid.org/0009-0009-6069-37159, salmanovacimnaz904@gmail.com
[5]magistr, elmi işçi, https://orcid.org/0009-0005-3400-5381, rufana.alizada93@gmail.com
[6]magistr, elmi işçi, https://orcid.org/0009-0005-6454-8969 , gunayhyeva8@gmail.com

XÜLASƏ

Etilendiamintetrasirkə turşusunun (EDTST) dietanolaminlə (DEA) müxtəlif mol nisbətlərində (1:1-1:3) amidləri sintez edilmiş, 20%-li Na qələvisi ilə qarşılıqlı təsirindən duzları alınmış, İQ spektrləri çəkilmiş, quruluşları araşdırılaraq təsdiq edilmişdir. Onların 10%-li məhlulları hazırlanmış, fiziki-kimyəvi göstəriciləri təyin edilmiş, hidrogen sulfid (H_2S) mühitində polad lövhələrin korroziyasına qarşı inhibitorluq xassələri öyrənilmişdir. Tədqiqatlar 50, 100 və 150 mq/l qatılıqlarda aparılmışdır. 1:1 mol nisbətində sintez edilmiş amidin Na^+ duzunun 10%-li məhlulunun 50mq/l qatılıqda metal lövhələrə təsiri öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, 50mq/l qatılıqda bu duz metal lövhələri korroziyadan 80,4% qoruyur, duzçökməsi isə 56% olur. 100 və 150 mq/l qatılıqlarda isə metal lövhələri korroziyadan uyğun olaraq 95 və 98,6% qoruyur, duzçökməsi isə 78 və 94% olur.

1:2 mol nisbətində sintez edilmiş amidin Na^+ duzunun 10%-li məhlulunun 50 mq/l qatılıqda metal lövhələri korroziyadan 68% qoruyur, 100 və 150 mq/l qatılıqlarda isə metal lövhələri korroziyadan uyğun olaraq 76 və 90% qoruyur, duzçökməsi isə 73 və 92% olur.

1:3 mol nisbətində sintez edilmiş amidin Na^+ duzunun 10%-li məhlulunun 50mq/l qatılıqda metal lövhələri korroziyadan 90% qoruyur, duzçökməsi isə 82% olur. 100 və 150 mq/l qatılıqlarda isə metal lövhələri korroziyadan uyğun olaraq 92 və 96% qoruyur, duzçökməsi isə 90 və 94% olur.

Açar sözlər: *Etilendiamintetra sirkə turşusu (EDTST), dietanolamin (DEA), korroziya, inhibitor*

GİRİŞ

Dövrümüzün inkişafında qlobal problem sayılan korroziya ilə mübarizə dəmir əşyaların meydana gəldiyi dövrə yəni 4-5 min il bundan əvvələ təsadüf edir [1].

Metalların korroziyaya uğramasına onları əhatə edən mühitlə metallar arasında baş verən kimyəvi və elektrokimyəvi qarşılıqlı təsirin nəticəsi kimi baxmaq olar. Korroziya əvvəlcə metal səthində baş verir, zaman keçdikcə metalın daxilinə nüfuz edir və bu detalın yararsız hala düşməsinə səbəb olur [2].

Praktikada dağılma aşağıdakı hallarda baş verir: mexaniki dağılma, erroziya dağılması, korroziya dağılması.

Mexaniki dağılmadan fərqli olaraq erroziya və korroziya dağılmasında metal məmulat toz hala və ya oksidləşmiş hala keçir ki, bu da metalların dönməz şəkildə itkisinə səbəb olur [4].

Neft buruqlarında və boru kəmərlərində korroziya yaradan maddə kimi karbon qazı (CO_2) və hidrogen sulfidi (H_2S) misal göstərə bilərik [4].

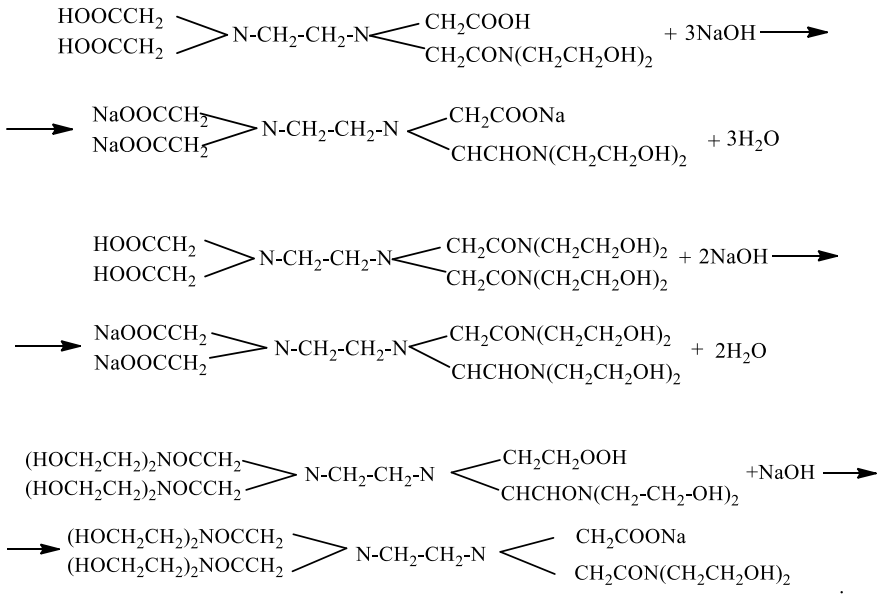
Mühitdə H_2S və CO_2 –nin qatlığının yüksək olması korroziyanın sürətlə getməsinə səbəb olur, bunun da nəticəsində metal konstruksiyalar sıradan çıxır və korroziya prosesinin ciddi fəsadları problemə çevrilir. Korroziya nəticəsində qurğularda yaranan problem böyük fəlakətə gətirib çıxarır. Bu cür fəlakətlərin qarşısını almaq üçün milyard dollar pul lazım olur. 1992-ci ildə Meksikada baş verən partlayış nəticəsində 200 nəfər ölmüş və 75 milyon ABŞ dolları dəyərində itki vermişdir [5,6].

Korroziya nəticəsində baş verən problemləri aradan qaldırmaq üçün hansı səbəbdən əmələ gəldiyini öyrənmək və yaranma səbəbini aradan qaldırmaq lazımdır. Korroziyadan tamamilə xilas olmaq mümkün olmasa da onun sürətini aşağı salmaq olar. Bu istiqamətdə çoxlu təqdimatlar aparılır. Axır vaxtlar ekoloji cəhətdən təmiz və effektiv inhibitorlar sintez olunur [7-10, 11-14].

Təcrübi hissə

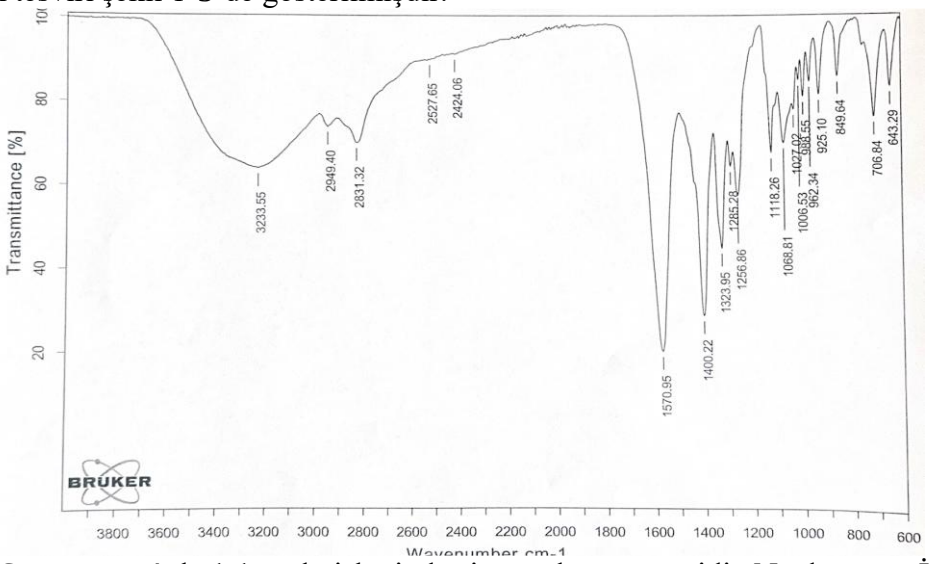
Məqaləmizin əsas məqsədi neft sənayesində xüsusilə neft-mədən avadanlıqlarında korroziyanın qarşısını almaq üçün yeni daha təsirli korroziya inhibitorlarının alınması üsuluna aid edilir. Üsul etilendiamintetrasirkə turşusunun (EDTST) dietanolaminlə (DEA) sintez edilmiş amidin Na duzunun alınmasından ibarətdir. Bu məqsədlə tədqiqat işində EDTST-nun DEA-lə otaq temperaturunda müxtəlif nisbətlərində (1:1-1:3) kompleksləri sintez olunmuş, 120-150^{0}C-də qızdırmaqla amidləri alınmış və alınmış amidlərə 20%li NaOH məhlulu ilə təsir etməklə amidin Na duzu sintez olunmuşdur.

Reaksiyalar aşağıdakı qaydada gedir:



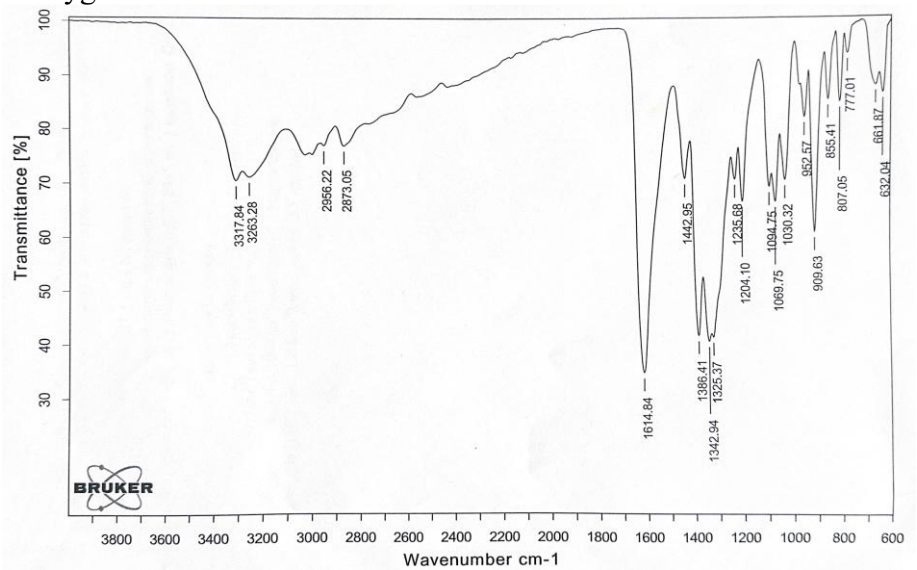
Duzların İQ spektrlərinin araşdırılması

Sintez olunmuş duzların İQ spektrləri Almaniyanın BRUKER firmasının "ALPHA" İQ FURYE spektrometrində 400-4000 sm^{-1} dalğa ədədi hüdudunda çəkilmiş quruluşları araşdırılaraq təsdiq edilmiş qrafik təsviri şəkil 1-3-də göstərilmişdir.



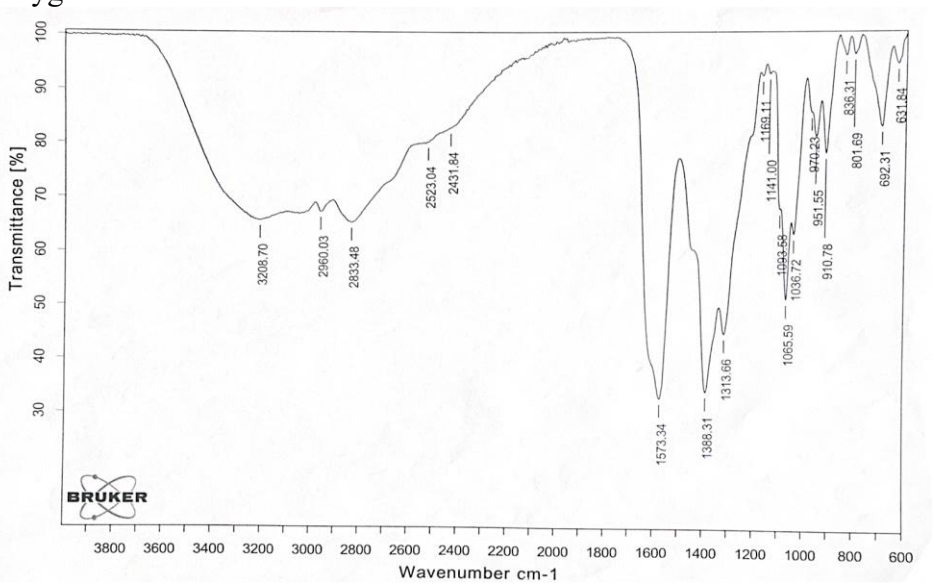
Şəkil 1. EDTST-nun DEA-lə 1:1 mol nisbətində sintez olunmuş amidin Na duzunun İQ spektrinin qrafik təsviri

EDTST-nu DEA-lə 1:1 mol nisbətində sintez olunmuş amidin Na duzunun İQ spektrinin udulma zolaqları: 643, 706, 849, 925, 962, 988 sm^{-1} – C-H və N-H rabitələrinin deformasiya rəqsinə uyğun gəlir; 1006, 1068, 1118 sm^{-1} – COH qrupunun C-O əlaqəsinin valent rəqsi; 1256, 285 sm^{-1} – C-N əlaqəsinin valent rəqsi; 1570 sm^{-1} – "II Amid zolağı" NH qrupuinun N-H rabitəsinə xas olan udma zolağı, C-N rabitəsinin valent rəqsinə uyğun udma zolağı ilə üst-üstə düşür; 1570, 1400 sm^{-1} - COO^- qrupunun (karboksil) C-O əlaqəsinin valent rəqsi; 1323, 2831, 2949 sm^{-1} – CH_2 qrupunun CH rabitəsinin deformasiya və valent rəqsləri; 3233 sm^{-1} – OH və NH qruplarının valent rəqslərinə uyğundur.



Şəkil 2. EDTST-nun DEA-lə 1:2 mol nisbətində sintez olunmuş amidin Na duzunun İQ spektrinin qrafik təsviri

EDTST-nu DEA-lə 1:2 mol nisbətində sintez olunmuş amidin Na duzunun İQ spektrinin udulma zolaqları: 1442, 2873, 2956 sm^{-1} CH_2 qrupunun CH rabitəsinin deformasiya və valent rəqsləri; 1614 sm^{-1} - "II Amid zolağı" NH qrupunun N-H rabitəsinə xas olan udma zolağı; 3263, 3317 sm^{-1} OH və NH qruplarının valent rəqslərinə; 1235 sm^{-1} C-N əlaqəsinin valent rəqsi; 1030, 1069, 1094 sm^{-1} – C-O əlaqəsinin valent rəqsi; 1325, 1342, 1386 sm^{-1} COO^- qrupunun (karboksil) qrupunun valent rəqsinə uyğundur.



Şəkil 3. EDTST-nun DEA-lə 1:3 mol nisbətində sintez olunmuş amidin Na duzunun İQ spektrinin qrafik təsviri

EDTST-nu DEA-lə 1:3 mol nisbətində sintez olunmuş amidin Na duzunun İQ spektrinin udulma zolaqları: 642, 703, 846, 922, 961, 985 sm^{-1} – C-H və N-H rabitələrinin deformasiya rəqsinə uyğun gəlir; 1006, 1068, 1118 sm^{-1} – COH qrupunun C-O əlaqəsinin valent rəqsi; 1253, 1283 sm^{-1} – C-N əlaqəsinin valent rəqsi; 1321, 2826, 2938 sm^{-1} – CH_2 qrupunun CH rabitəsinin deformasiya və valent rəqsləri; 1573 sm^{-1} – "II Amid zolağı" δ_{NH} və γ_{CN} qruplarının udma zolaqları (δ_{NH} - NH qrupunun deformasiya, γ_{CN} – CN qrupunun valent rəqsi); 1573 sm^{-1}-bu sahədə həmçinin karboksil qrupunun (COO^-) C-O əlaqəsinin valent rəqsi də alınır; 2346, 2525, 2570 sm^{-1} "Ammonium zolağı" NH^+ qrupunun udma zolağına; 3232 sm^{-1}-COH və NH qruplarının valent rəqsinə uyğundur.

Fiziki-kimyəvi göstəricilərin təyini

Sintez olunmuş maddələrin 10%-li məhlulları hazırlanmış, bəzi fiziki-kimyəvi göstəriciləri təyin edilmiş, nəticələr cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1: EDTST-nun DEA-lə müxtəlif mol nisbətlərində sintez olunmuş maddələrin 10%-li məhlullarının fiziki-kimyəvi göstəriciləri

Göstəricilərin adları	Cihazın adı	Metod	Təc.1	Təc.2	Təc.3
Kin.özlülük, mm^2/san, 20°C	Stabinger SVM	ASTM D445	1.4529	1.4557	1.4652
Sıxlıq, q/sm^3, 20°C	DMA 4500M	ASTM D5002	1.0449	1.0455	1.0597
Donma temperaturu, °C	Metodika	ГОСТ 20287-91	-4	-3	-4
Sınma əmsalı, 20°C	Abbemat 500	Metodika	1.3486	1.3495	1.3504

Qeyd: Təc.1-1:1 mol nisbətində sintez olunmuş amidin Na duzu
Təc.2-1:2 mol nisbətində sintez olunmuş amidin Na duzu
Təc.3-1:3 mol nisbətində sintez olunmuş amidin Na duzu

Metodlar

Duzların korroziya və duzçökmə inhibitoru kimi tədqiqi

Sintez olunmuş duzların 10%-li məhlullarına metal lövhələr salınmış, aşağıdakı metodika ilə korroziya və duzçökmə inhibitoru kimi tədqiqatları aparılmışdır.

Korroziyanın sürətini təyin etmək üçün lazım olan avadanlıqlar aşağıda göstərilmişdir: Qızdırıcı, maqnit qarışdırıcısı və kontakt termometri ilə təmin olunmuş aparat.

İki ədəd 1000 ml həcmi olan istiliyə davamlı stəkan.

Polad-3 tərkibli metaldan hazırlanmış və ölçüsü 3x4 sm olan metal lövhələr.

Yüksək dəqiqliklə işləyən analitik tərəzi.

Polad-3 lövhələri üzərində əmələ gəlmiş korroziyadan (dəmir oksidlərdən) təmizləmək üçün məhlul (xlorid turşusu və distillə suyunu 1:1 nisbətində qarışdırıb üzərinə 4-6% formalin tökməklə alınır).

Təcrübənin aparılma qaydası:

Qızdırıcı və maqnit qarışdırıcı olan iki aparatın üzərinə qoyulmuş, həcmi 1000 ml olan stəkanları içməli su ilə doldurulduqdan sonra stəkanların hər birinə iki ədəd əvvəlcədən şiliflənmiş və asetonla silinərək qurudulmuş, çəkisi və sahəsi müəyyən edilmiş polad-3 lövhələri asılaraq stəkanlardan birinə lazımı miqdarda inhibitor əlavə etdikdən sonra kontakt termometrini və maqnit qarışdırıcısını işə salmaqla stəkanlardakı sular 45-50^{0}C temperatura kimi qızdırılır. Təcrübənin aparılma müddəti 5 saatdır.

Təcrübənin aparılma müddəti başa çatdıqdan sonra polad lövhələr sudan çıxarılır. Lövhələrin üzərində korroziya nəticəsində əmələ gəlmiş dəmir oksidindən təmizləmək üçün tərkibi xlorid turşusu, distillə suyu və formalindən ibarət olan məhluldan istifadə edilir. Həmin lövhələr bir dəqiqə müddətində məhlulda qaldıqdan sonra su ilə məhlulun qalığından diqqətlə yuyulur, qurudulur, yenidən asetonla yuyulub qurudulduqdan sonra analitik tərəzidə çəkilir.

İnhibitorlu və inhibitorsuz stəkanlarda olan lövhələrdə korroziyanın sürəti aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$V = \frac{\Delta m}{S \cdot t}$$

Burada Δm inhibitorlu və inhibitorsuz mühitlərdə lövhələrdə yaranmış çəki fərqini göstərir, q/m^2.
S- lövhənin (qalınlığı, eni və uzunluğu nəzərə alınmaqla) sahəsi, m^2.
t-təcrübənin aparılma müddəti, saat.
Korroziyanın müdafiə effekti isə aşağıdakı düsturla təyin edilir.

$$Z = \frac{Vo - Vn}{Vo} \cdot 100\%$$

Burada Vo-inhibitorsuz şəraitdə lövhədə korroziyanın sürəti, q/m^2
Vn –inhibitorla lövhədə korroziyanın sürəti, q/m^2
Paralel aparılan təcrübələr arasında fərq 5%-dən çox olmamalıdır.
Duzçökmə aşağıdakı qaydada təyin edilir.

Duzçökməni təyin etmək üçün lazım olan avadanlıq və reaktivlər aşağıda qeyd olunub:
Kalsium karbonat ГОСТ 4530-76
Konqo kağızı
Natrium hidroksid ГОСТ 4328-77
Üstü bağlı elektrik peçi
Ammonium hidroksid və ya ammonyaklı su ГОСТ СЭВ 3858-82
Trilon Б 0,1N məhlul ГОСТ 10652-73
Filtr kağızı ГОСТ 12026-76
Mureksid ТУ 6-09-13-945-94
Duzçökmə aşağıda göstərilən qaydada təyin edilir.
Duzçökmənin intensivliyinin azalmasının təyini üçün avadanlıqlar, reagentlər və materiallar:
Kalsium karbonat (ГОСТ 4530-76 uyğun)
"Konqo kağızı"
Natrium hidroksid (ГОСТ 4328-77)
Qapalı spirallı elektrik sobası
Ammonyaklı su (ГОСТ 3858-72)
Trilon B 0,1%-li məhlul (ГОСТ 10652-73-ə uyğun)
Fitr kağızı ГОСТ 12026-76-a uyğun olaraq
Mureksid TU 6-09-13-945-94

Duzçökmə intensivliyinin azaldılması aşağıdakı kimi təyin olunur:

2.3 ədəd "konqo" kağızını xırda tərkibində kalsium karbonat olan durulama su ilə aşındırıcıya atılır, kağızda mavi rəng yaranır. Neytrallaşması üçün kağızda çəhrayı rəng görünənə qədər 20%-li NaOH məhlulu əlavə edilir. Əgər məhlulda dəmir yoxdursa onda kalsium karbonatın miqdarını təyin etmək olar. Dəmirin aşındırıcı suda olmağı kalsium karbonatın təyininə mane olur.

Aşındırıcı məhluldan dəmirin duzlarını çıxarmaq üçün onu sobanın üstündə 50-60^0-ə qədər qızdırırlar. Əgər dəmir duzları çökmürsə məhlula ammonyakın zəif qoxusu gələnə kimi ammonyaklı su əlavə edilir, sonra məhlul qaynayana qədər qızdırılır və dəmir kompleksi əmələ gəlir. Bundan sonra isti məhlul süzülür və isti distillə suyu ilə filtirlənir. Filtrata şpatelin ucunda mureksid əlavə olunur. Əgər məhlulda kalsium karbonat varsa məhlul çəhrayı olacaq, əgər yoxdursa bənövşəyi. Sonra məhlul 0,1 N trilon-B məhlulu ilə titrlənir.

Duzçökmənin intensivliyinin azalması bu formula ilə təyin olunur.

$$Z_1 = \frac{C_0 - C_i}{C_0} \cdot 100\%$$

Burada:C_0-inhibitorsuz suda duzçökmənin sürəti.

C_i-inhibitorlu suda duzçökmənin sürəti.
Z-duzçökmənin intensivliyinin azaldıması, %
İki paralel təyinat arasında icazə verilən fərq 8%-i keçməməlidir.
EDTST-nun DEA-lə müxtəlif mol nisbətlərində sintez olunmuş amidlərinin Na^+ duzlarının 10%-li məhlullarının korroziya və duzçökmə inhibitoru kimi tədqiqinin nəticələri cədvəl 2-də verilmişdir.

Cədvəl 2. EDTST-nun DEA-lə müxtəlif mol nisbətlərində sintez olunmuş amidlərin Na^+ duzlarının 10%-li məhlullarının korroziya və duzçökmə inhibitoru kimi tədqiqi

Maddələrin adı	Maddənin qatılığı C, mq/l	Korroziya sürəti P, q/m²saat		Mühafizə effekti, Z	
		inhibitorsuz	inhibitorlu	korroziyadan	duzçökmədən
EDTST-nun DEA-lə 1:1 mol nisbətində sintez olunmuş amidin Na duzu	50	0,355	0,09	80,4	56
	100	0,73	0,03	95	78
	150	0,72	0,02	98,6	94
EDTST-nun DEA-lə 1:2 mol nisbətində sintez olunmuş amidin Na duzu	50	0,6	0,1	68	64
	100	0,6	0,07	76	73
	150	0,6	0,05	90	92
EDTST-nun DEA-lə 1:3 mol nisbətində sintez olunmuş amidin Na duzu	50	0,405	0,04	90	82
	100	0,37	0,03	92	90
	150	0,35	0,02	96	94

Nəticələr

Cədvəl 2-dən görünür ki, 1:1 mol nisbətində sintez edilmiş amidin Na^+ duzunun 10%-li məhlulunun 50mq/l qatılıqda metal lövhələrə təsiri öyrənilmişdir. 50mq/l qatılıqda bu duz metal lövhələri korroziyadan 80,4% qoruyur, duzçökməsi isə 56% olur. 100 və 150 mq/l qatılıqlarda isə metal lövhələri korroziyadan uyğun olaraq 95 və 98,6% qoruyur, duzçökməsi isə 78 və 94% olur.

1:2 mol nisbətində sintez edilmiş amidin Na^+ duzunun 10%-li məhlulunun 50mq/l qatılıqda metal lövhələri korroziyadan 68% qoruyur, 100 və 150 mq/l qatılıqlarda isə metal lövhələri korroziyadan uyğun olaraq 76 və 90% qoruyur, duzçökməsi isə 73 və 92% olur.

1:3 mol nisbətində sintez edilmiş amidin Na^+ duzunun 10%-li məhlulunun 50mq/l qatılıqda metal lövhələri korroziyadan 90% qoruyur, duzçökməsi isə 82% olur. 100 və 150 mq/l qatılıqlarda isə metal lövhələri korroziyadan uyğun olaraq 92 və 96% qoruyur, duzçökməsi isə 90 və 94% olur.

Ədəbiyyat

1. Champion Technologies, Houston http:// www.champtech/com|Portals 101PDF| champion_corrosion.pdf
2. С.А. Семенов, К.З. Гумаргалиева, И.Г. Калинина, Г.Е. Заиков,Био-Разрушения Материалов И Изделий Техники. Вестник МИТХТ, 2007, т. 2, № 6, с.3-26
3. Corbin D., Willson E. New texnolpgu for real-time corrosion detection/ In: Tri-service, Denever, CO, 2007
4. Lusk D., Gupta M., Boinapally K., Cao Y. Armoured against corrosion, Hydrocarb Eng.2008, №13, pp.115-118
5. Trethewey K.R., Roberge P.R. Corrosion management in the twenty-first century// İbritish Corro. 1995, V.30. pp.192-197
6. Uhlig H.H. The cost of corrosion in the United States . Chem and Engng News 1949., V.27. pp.2764
7. Gao G., Lian C. Present situation and development of volatile corrosion inhibitors/ İ.Chin corros. and prot.2007, №4, зз.252-256
8. Рахманкулаев Д.Л., Зенцов Н.А., Гафаров Н.А. Ингибиторы коррозии. Основы технологии производства отечественных ингибиторов коррозии ИМ: изд-во Интер, 2005, 346 с.

9. Цыганкова Л.Е., Вигдорович В.И., Поздняков А.П. Ингибиторы коррозии металлов. Тамбов: Изда-во ТГУ, 2001, 190 с.
10. Boyl H.B., Look at Development in Vapor Phase // Corrosion İnhibitor Metal Finich.2004, v.102, No 5, pp.169-172.
11. Aghamaliyev Z.Z. Production and properties of surface-active compositions based on oxyetized nonylphenol and alkylymidazolines // Processes of petrochemistry and oil-refining, – Baku. – 2021. Vol.22, No. 1, – p. 50-57.
12. Aghamaliyev Z.Z., Abbasov V.M., Rasulov Ch.G., Aghamaliyeva D.B. Preparation of compositions of oxyethylated nonylphenol with alkylimidazoles and study of their action against sulfate-reducing bacteria // Baku: Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2021. Vol.9, No. 05, p.60-65.
13. Ağamalıyev Z.Z., Mürsəlov N.İ., Rzayeva N.Ş., Əzizli O.M., Rəsulov Ç.Q., Muxtarova G.S. Oksietilləşmiş nonilfenolun alkilimidazolinlə modifikasiyasinin CO_2 korroziyasi inhibitoru kimi tədqiqi // Journal of Baku Engineering University. Chemistry and Biology. An international journal, – 2020. No.2, – s.98-105.
14. Abbasov V.M., Aydinsoy E.A., Aghamalieva D.B., Aghamaliev Z.Z. Assessment of bactericidal efficacy of seaside water samples and automated detection of sulfate-reducing bacteria using computer vision models. Journal of Engineering Sciences and Modern Technologies, 2025. 1(1), p.60-64.

Изучение соли Na+ амида, синтезированной в различных мольных соотношениях этилендиаминаттрауксусной кислоты с диэтаноламином в качестве ингибитора коррозии и отложения солей

Исмаил Исмаилов[1], Тейюб Исмаилов[2], Рагима Фархадова[3], Чимназ Салманова[4], Руфана Ализаде[5], Гаджиева Гюнай[6]

[1,2,3,4,5,6]Министерство Науки и Образования Азербайджанской Республики Институт нефтехимических процессов имени Академика Ю.Х. Мамедалиева
[1]доктор химических наук, доцент, старший научный сотрудник, http://orcid.org/0009-0008-2351-3016, ismayilov.ismayil@gmail.com
[2]кандидат химических наук, доцент, заведующий лабораторией, http://orcid.org/0000-0001-9981-7990 , ismailovteyyub47@gmail.com
[3]старший научный сотрудник, диссертант, https://orcid.org/0009-0007-1277-5603 rehime.ferhadova@mail.ru
[4]кандидат химических наук, доцент, старший научный сотрудник, http://orcid.org/0009-0009-6069-37159, salmanovacimnaz904@gmail.com
[5]научный сотрудник, магистр, https://orcid.org/0009-0005-3400-5381, rufana.alizada93@gmail.com
[6]научный сотрудник, магистр, https://orcid.org/0009-0005-6454-8969, gunayhyeva8@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Синтезированы амиды этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТУК) с диэтаноламином (ДЭА) в различных мольных соотношениях (1:1-1:3), получены их соли взаимодействием с 20% гидроксидом Na, зарегистрированы их ИК-спектры, исследованы и подтверждены структуры. Были приготовлены их 10% растворы, определены их физико-химические параметры и изучены их ингибирующие свойства против коррозии стальных пластин в среде сероводорода (H_2S). Исследования проводились при концентрациях 50, 100 и 150

мг/л. Изучено влияние 10% раствора Na+ соли амида, синтезированного в молярном соотношении 1:1 в концентрации 50 мг/л, на металлические пластины. Установлено, что при концентрации 50 мг/л эта соль защищает металлические пластины от коррозии на 80,4%, а отложение солей составляет 56%. При концентрации 100 и 150 мг/л защищает металлические пластины от коррозии на 95 и 98,6% соответственно, а также предотвращает отложение солей на 78 и 94%.

10% раствор амидной соли Na+, синтезированной в молярном соотношении 1:2 при концентрации 50 мг/л, защищает металлические пластины от коррозии на 68%, а при концентрациях 100 и 150 мг/л защищает металлические пластины от коррозии на 76 и 90% соответственно, а отложение солей составляет 73 и 92%.

10% раствор амидной соли Na+, синтезированной в молярном соотношении 1:3 при концентрации 50 мг/л, защищает металлические пластины от коррозии на 90%, а отложение солей – на 82%. При концентрации 100 и 150 мг/л защищает металлические пластины от коррозии на 92 и 96% соответственно, а также предотвращает отложение солей на 90 и 94%.

Ключевые слова: *Этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТУК), диэтаноламин (ДЭА), коррозия, ингибитор*

Study of Na+ amide salt synthesised in various molar ratio of ethylenediamine traacetic acid with diethanolamine as an inhibitor of corrosion and salt deposition

Ismayil Ismayilov[1], Teyyub Ismayilov[2], Rahima Farhadova[3], Chimnaz Salmanova[4], Rufana Alizadeh[5], Hajiyeva Gunay[6]

[1,2,3,4,5,6] Academician Y.H. Mammadaliyev Institute of Petrochemical Processes of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan
[1]PhD in chemistry, docent, senior researcher, http://orcid.org/0009-0008-2351-3016, ismayilov.ismayil@gmail.com
[2]PhD, docent, head of the laboratory, http://orcid.org /0000-0001-9981-7990 , ismailovteyyub47@gmail.com
[3]senior researcher, PhD student, https://orcid.org/0009-0007-1277-5603, rehime.ferhadova@mail.ru
[4] PhD, docent, senior researcher, http://orcid.org/0009-0009-6069-37159, salmanovacimnaz904@gmail.com
[5]researcher, master, https://orcid.org/0009-0005-3400-5381, rufana.alizada93@gmail.com
[6]researcher, master https://orcid.org/0009-0005-6454-8969, gunayhyeva8@gmail.com

ABSTRACT

Amides of ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) with diethanolamine (DEA) in different molar ratios (1:1-1:3) were synthesized, their salts were obtained by interaction with 20% Na hydroxide, their IR spectra were recorded, and their structures were studied and confirmed. Their 10% solutions were prepared, physicochemical parameters were determined, and inhibitory properties against corrosion of steel plates in a hydrogen sulfide (H_2S) environment were studied. The studies were carried out at concentrations of 50, 100, and 150 mg/l. The effect of a 10% solution of Na+ salt of the amide, synthesized in a molar ratio of 1:1 at a concentration of 50 mg/l, on metal plates was studied. It was found that at a concentration of 50 mg/l this salt protects metal plates from corrosion by 80.4%, and salt deposition is 56%. At concentrations of 100 and 150 mg/l, it protects metal plates from corrosion by 95 and 98.6%, respectively, and also prevents salt deposition by 78 and 94%.

A 10% solution of Na+ amide salt, synthesized in a molar ratio of 1:2 at a concentration of 50

mg/l, protects metal plates from corrosion by 68%, and at concentrations of 100 and 150 mg/l, it protects metal plates from corrosion by 76 and 90%, respectively, and salt deposition is 73 and 92%.

A 10% solution of Na+ amide salt, synthesized in a molar ratio of 1:3 at a concentration of 50 mg/l, protects metal plates from corrosion by 90%, and salt deposition by 82%. At a concentration of 100 and 150 mg/l, it protects metal plates from corrosion by 92 and 96%, respectively, and also prevents salt deposition by 90 and 94%.

Keywords: *Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTST), diethanolamine (DEA), corrosion, inhibitor*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0060

IONİC LİQUİDS, SYNTHESİS METHODS

M.C.İbragimova[1], F.M.Abdullayeva[2], Z.N.Pashayeva[3], T.A.Ibragimova[4], B.F.Baghirova[5], R.A.İsmayilova[6], D.A.Abdulla[7], G.V.Farhadova[8], G.B.Mirzali[9], A.S.Gulaliyeva[10]

1. Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, İstitute of Petrochemical Processes named after academician Y.G.Mamedalıev, Baku, Azerbaijan
2. Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Azerbaijan State Oil and İndustry, Baku, Azerbaijan
3. University of Barcelona, Kingdom of Spain email: kanan.hatamli@gmail.com

ABSTRACT

In the modern era, replacing volatile, toxic organic solvents that pollute the environment and atmosphere with less harmful or harmless solvents is an extremely important issue and is one of the research areas that is the focus of attention of scientists, engineers, and technicians. The promising directions of solving this global problem are determined by the creation of environmentally friendly "green chemistry" technologies, production processes based on the application of these technologies for important products of the chemical industry. For this purpose, the application of environmentally friendly ionic liquids in organic synthesis and processing processes has recently been widely used.

In addition to the possibility of synthesizing many IL salts using traditional methods such as alkylation and metathesis, alternative and easier methods for synthesizing such compounds are also known, and in the presented article, various synthesis methods such as quaternization of ionic liquids, anion exchange, metathesis, ion exchange in the presence of resins, and carbonate method have been given.

Keywords: *ionic liquid, quaternization process, ionic liquid monomer, metathesis process*

INTRODUCTION

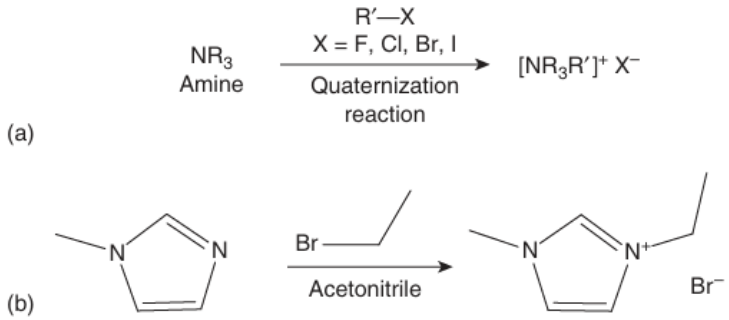
Ionic liquids are chemical compounds that possess unique properties and meet the principles of "green chemistry". The distinctive properties of ionic liquids - practically non-volatile, low melting temperature (usually ($T<100^oC$), thermal and chemical stability, good solubility in many compounds - inorganic, organic, metal-organic, high molecular compounds, gases, etc., regenerative and reusable possibilities, etc. - are primarily due to their ionic structure. Thus, the possibility of varying the anions and cations included in the composition of ionic liquids over a wide range makes it possible to regulate their chemical structure and the set of properties associated with it. This, in turn, paves the way for the expansion of the fields of application of ionic liquids, mainly promising fields of application such as new, environmentally friendly materials.

Considering the above and the current importance of these compounds, research is being conducted in the Monomers, Oligomers and Catalysis Laboratory of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, İnstitute of Petrochemical Processes named after academician Y.G.Mamedaliyev under the leadership of professor M.C.Ibragimova in the field of synthesis of ionic liquids that can be used as catalytic components, catalytic systems and solvents,

which allow creating environmentally friendly, simple, economically efficient production and processing technologies, obtaining various constituent polymer products, synthetic polyalphaolefin base oils with their participation, and purification of unwanted or unnecessary components by extraction of various oil fractions using them as selective solvents. In addition, under the leadership of M.G.Ibragimova, a number of new constituent ionic liquid monomers of different structures based on methacrylic acid, differing in the length of the alkylene spacer in the molecule and the nature of the anion, and the synthesis conditions of polymers and co-polymers based on them have been developed and studied. Within this framework, the radical polymerization of methacrylic acid esters (methyl, butyl, octyl, decyl) was studied in IL media based on formic and acetic acids. ILs significantly enhanced polymerization conversion rates and molecular weight compared to benzene, demonstrating their efficiency as reaction media. Additionally, ILs were successfully applied as catalysts in the esterification of methacrylic acid with alcohols, ensuring near-complete acid conversion and high yields of the desired esters [1-10].

1. Synthesis of ionic liquids by quaternization method

The term "quaternization" or "alkylation" refers to reactions in which the coordination of nitrogen (or phosphorus) is transformed from three to four. For example, a tertiary amine or phosphine (neutral phosphine) undergoes nucleophilic substitution with an alkyl halide to form a quaternary ammonium or phosphonium cation (scheme 1.a) [12]. Ionic liquid cations of this type can be synthesized either by protonation of the amine with an acid or by a quaternization reaction involving the interaction of a halogen-alkane with an amine. Reactions that result in the formation of a halide salt are called quaternization reactions.



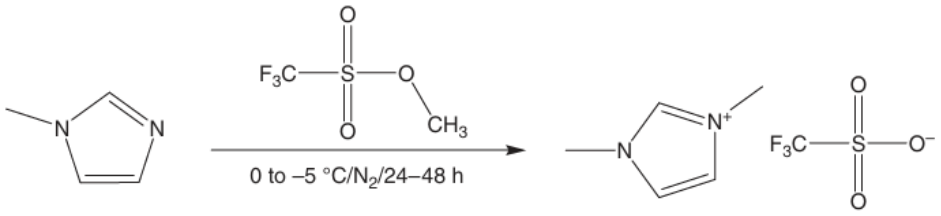
Scheme 1. General scheme of the quaternization process (a)
Synthesis of 1-ethyl-3-methylimidazolium bromide ([C_2mim]Br) (b)

The given scheme shows an example of the synthesis of IL. Here, to ensure the completeness of the reaction, 1-methylimidazole is alkylated with an excess amount of 1-ethyl bromide, and the 1-ethyl-3-methylimidazolium cation, the counterion of which is bromide, is obtained (scheme 1. b). In some cases, quaternization reactions are carried out without using a solvent. Typically, relatively polar solvents such as acetonitrile or methanol are required to carry out the synthesis process more cleanly. Often, while the starting reagents are soluble in these solvents, the synthesized products are insoluble. This, in turn, facilitates the separation process of this product and ensures the acceleration of the reaction. In the next step, simple two-phase extraction (for liquids) or recrystallization (for solids) using various solvents can be used to purify

the reaction product from by-products or unreacted starting materials [11].

The efficiency of quaternization reactions depends on the length of the alkyl chain in alkyl halides, the nature of the halide (for example, alkyl iodides react more readily than alkyl chlorides), the size of the cation, temperature, pressure, etc. reaction conditions. As a rule, the longer the alkyl chain, the longer the time required for the reaction to complete. In order to reduce the reaction time, the reaction mixture is heated to the boiling temperature of the solvent in a system equipped with a reflux condenser. Care must be taken to ensure that the reagents do not decompose during heating. In addition, as in many organic synthesis reactions, in nucleophilic reactions used in the synthesis of IM, the role of the leaving group, i.e. the halogen, is often significant. Thus, the more electronegative the halogen, the easier the group attached to it is to be removed. For this reason, iodides are considered better reagents than chlorides and bromides. In view of this, it is not surprising that the reaction between 1-methylpyrrolidine and a short alkyl chain alkyl halide such as methyl iodide is quite exothermic, and considering this, these reactions should be carried out at lower temperatures (t<5ºC) [11].

In some cases, the desired ionic liquid can be synthesized in one step using an alkylating agent such as methyltrifluoromethane, without additional ion exchange, according to the scheme given below (scheme 2) [11].



Scheme 2. General mechanism for the alkylation of 1-methylimidazole with methyltriflate to produce 1,3-dimethylimidazolium trifluoromethanesulfonate [C_1mim][CF_3SO_3].

Another example of an ionic liquid compound synthesized by a quaternization reaction is the N,N-diethyl-N-(2-methacryloxyethyl)ammonium chloride IL salt. The synthesis of the mentioned ionic liquid monomer was carried out in two stages. In the first stage, chloranhydride of methacrylic acid was synthesized by the known method [13] based on the interaction reaction of methacrylic acid with benzoyl chloride. The structure of the obtained chloranhydride was confirmed by IR- and ^{1}H NMR-spectral analysis methods.

In the second stage of the synthesis process, the synthesis of the mentioned IL monomer was carried out based on the interaction reaction of diethylaminoethanol with chloranhydride of methacrylic acid. The process was carried out at room temperature for 4-5 hours in a three-necked flask equipped with a thermometer, dropping funnel, stirrer and reflux condenser, placed in an ice bath. It should be noted that the reaction process was carried out on the basis of solutions of methacrylic acid and diethylaminoethanol prepared in toluene, and in order to prevent the formation of undesirable products, including the occurrence of an exothermic reaction, a solution of chloranhydride of methacrylic acid in toluene was added to the solution of diethylaminoethanol in toluene through a dropping funnel. It was found that the synthesis of the intended product proceeds in high yield even without the addition of triethylamine as an acceptor of HCl to the reaction zone. After the process is complete, the reaction mixture is filtered through filter paper,

washed with acetone, and placed in a desiccator to separate the obtained IL monomer salt from the toluene used as a solvent and from unreacted components.
The yield of the IL monomer N,N-diethyl-N-(2-methacryloxyethyl)ammonium chloride is 85% compared to chloranhydride of methacrylic acid This ionic liquid monomer is a white powdery hygroscopic substance [1].

2. Synthesis of ionic liquids by anion exchange method

In some cases, since the counter anion obtained as a result of the quaternization reaction is not desired, it is necessary to carry out an anion exchange reaction using known methods. Anion exchange reactions can be carried out by forming Lewis acid-based ionic liquids, by treating halide salts with Lewis acids, or by anion metathesis. The most widely studied and most commonly used Lewis acid-based ionic liquids are $AlCl_3$-based salts [13-15]. These salts consist of a simple mixture of a Lewis acid and a quaternary halide salt, which results in a multiple of the anion moiety depending on the ratio of the Q^+X^- quaternary halide salt to the Lewis acid. This point is illustrated in the reaction between 1-ethyl-3-methyl imidazolium chloride ([emim]Cl) and $AlCl_3$ (scheme 3).

$$[emim]^+ Cl^- + AlCl_3 \leftrightarrow [emim]^+[AlCl_4]^- \quad (1)$$
$$[emim]^+[AlCl_4]^- + AlCl_3 \leftrightarrow [emim]^+[Al_2Cl_7]^- \quad (2)$$
$$[emim]^+[Al_2Cl_7]^- + AlCl_3 \leftrightarrow [emim]^+[Al_3Cl_{10}]^- \quad (3)$$

Scheme 3. Equilibrium order in the reaction between $AlCl_3$ and [emim]Cl

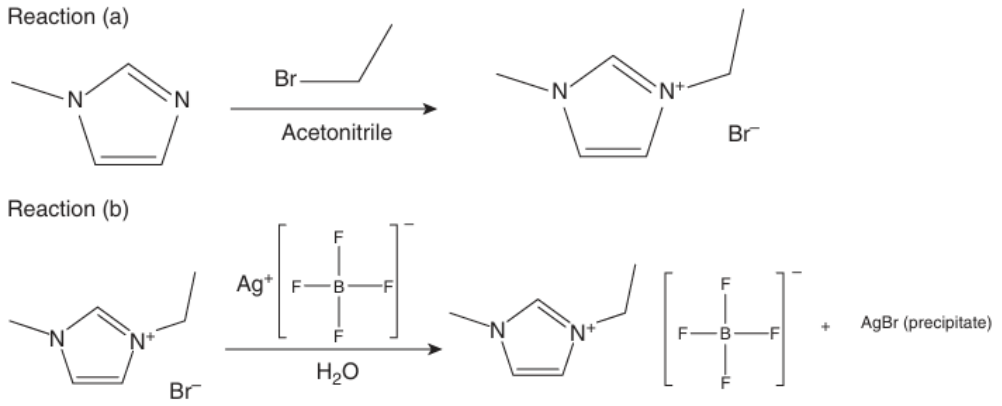
When the molar amount of [emim]Cl is greater than the molar amount of $AlCl_3$, the resulting ionic liquid is basic in nature. A higher molar amount of $AlCl_3$ results in the formation of an acidic ionic liquid (3), while when [emim]Cl and $AlCl_3$ are in equivalent molar amounts, this results in the formation of a neutral ionic liquid. This applies not only to $AlCl_3$, but also to other Lewis acids used for this purpose ($AlEtCl_2$, BCl_3, CuCl and $InCl_3$, etc.) [16-19].

3. Synthesis of ionic liquids by metathesis method and problems encountered in metathesis reactions

The exchange reaction of a quaternary halide salt with a given anion is an example of a metathesis reaction [11].

The metathesis reaction is usually carried out in two ways, depending on the water solubility of the IL: if the resulting ionic liquid is hydrophilic, the reaction is usually carried out in water or a polar solvent. In this case, a number of water-soluble silver salts, such as $Ag[NO_3]$, $Ag[BF_4]$ or $Ag[N(CN)_2]$, can be used as the desired anion source. In addition to the water-soluble product, such reactions also produce a precipitate of water-insoluble silver halide. Since silver halide salts are poorly soluble in water, the product synthesized in this reaction can be separated by filtration [11].

As an example of a metathesis reaction, the synthesis of $[C_2mim][BF_4]$ IL based on the $[C_2mim]Br$ salt obtained by quaternization according to scheme 1 (a) can be shown (b) (scheme 5).



Scheme 4. Synthesis of [C_2mim][BF_4] via a two-step reaction: (a) quaternization and AgBr (precipitate) (b) metathesis.

During the reaction of Ag[BF_4] with [C_2mim]Br in an aqueous medium, with the desired product- [C_2mim][BF_4], an easily separated AgBr precipitate obtained too. The resulting ionic liquid product is free of water. It is important to note that the purification process of the ionic liquid is very difficult. The fact that the reactants are not in a precise 1:1 stoichiometric ratio results in the product obtained in reaction (b) being a silver salt or an organic halide salt. If the desired ionic liquid is not miscible with water, then alternative synthetic methods must be used. An example of this is the synthesis of 1-ethyl-3methyl-imidazolium-bis(trifluoromethylsulfonyl)imide ([C_2mim][NTf_2]). In this synthesis method, lithium salts such as Li[NTf_2] are mixed with the quaternary salt [C_2mim]Br to obtain the water-insoluble [C_2mim][NTf_2]. This compound is a liquid that can be separated from the by-products either directly or by a two-phase extraction method using dichloromethane. This method is actually considered useful for the synthesis of most $[NTf2]^-$ salts [11].

The solubility of an ionic compound is mainly determined by the structure of the anion. However, other factors, such as the length of the alkyl chain of the cation, can often change its solubility [20, 21]. Thus, although an ionic compound with the structure [C_2mim][BF_4] is soluble in water, an ionic compound with a long alkyl chain in the cation, such as [C_{10}mim][BF_4], is insoluble in water. In this case, the synthesis can be carried out with salts of Group ionic liquids metals, such as Na[BF_4], in an anhydrous environment, using an organic solvent (e.g., propanol). When using an organic solvent, the by-product sodium halide, which is obtained as a precipitate, is removed by filtration and, as a result, the process is simplified [22,23]. The purity and yield of the ionic liquids obtained by these reactions depend largely on the dryness of all reagents and solvents, and the reaction must be carried out under completely anhydrous conditions.

The main problem in the synthesis of ionic liquids often arises in the purification process of the obtained ionic liquids. Thus, it is very easy to obtain IL by mixing two salts, but it is very difficult to completely separate it from unwanted by-products or impurities. The essence of this problem, compared to other areas of synthetic chemistry, is that the specific properties of ionic liquids make it inappropriate to apply traditional purification methods such as recrystallization or distillation. Therefore, it is difficult to eliminate by-products that are present in the system or reaction mixture at the beginning of the process or during the process. The presence of such admixture in a negligible amount in the composition of the IL can affect its physical and chemical properties. Therefore, when ionic liquids are synthesized based on this type of reactions in

commercial or large-scale applications, the required degree of purity of the products obtained must be carefully considered.

To synthesize high-purity IL, first of all, highly pure initial reagents must be used. For example, the synthesis of IL with the compound $[C_2mim][BF_4]$ based on methyl imidazole and bromomethane is carried out in two stages (scheme 5). In the synthesis process of ionic liquid solids by the metathesis (b) reaction, both starting materials are purified before hand to prevent the formation of by-products. Most amines are purified by distillation under vacuum over anhydrous KOH or NaOH, while alkyl halides are treated with an acid/base solution to remove any impurities before distillation. It is recommended that the quaternization step be performed immediately after the starting reagents have been purified. Because reagents can become contaminated again if exposed to moisture or light for a long time. In the synthesis process of ionic solids by the metathesis (b) reaction, both starting materials are purified beforehand to prevent the formation of by-products. Most amines are purified by distillation under vacuum over dilute KOH or NaOH, while alkyl halides are treated with an acid/base solution to remove any impurities before distillation.

It is recommended to perform the quaternization step immediately after the initial reagents have been purified. Because the reagents may become contaminated again if exposed to moisture or light for a long time.

When using amines as starting materials in the synthesis of ionic liquids, they should be stored in the dark and inert conditions after the appropriate purification process. The synthesis of the four IL salts requires excellent purification of the starting materials, and anhydrous solvents are used, and the process is carried out under inert conditions. Depending on the nature of the alkaloids used, special measures may be required. For example, unlike the synthesis of $[C_2mim]Br$, in the synthesis of $[C_2mim]I$, it is required to carry out the reaction in the dark in order to prevent iodine photo-oxidation. Apart from this, as a rule, it is recommended to purify the quaternary salt before it is used in the metathesis reaction. If a solid is obtained as a result of the quaternization reaction, then recrystallization of this substance using anhydrous ethyl acetate is required [24]. İf the aggregate state of the obtained ionic liquid is liquid , the resulting product can be washed with a non-polar solvent to remove any impurities that may be present in the system.

Furthermore, when $Na[BF_4]$ is used as a reagent, the reaction product may be contaminated with by-products such as sodium halide or residual $Na[BF_4]$ that did not enter the reaction, and as a result, the presence of somewhat soluble by-products such as NaCl in the composition makes complete purification of the IL difficult. This problem can be overcome in two ways: For example, by carrying out the metathesis reaction in an organic solvent such as dichloromethane, a solid suspension of the metal salt is formed as a by-product. The resulting precipitate can be separated by filtration and the organic filtrate can be washed with a small amount of water. Another approach is to replace the sodium salt used in the synthesis with a silver salt such as $Ag[BF_4]$ and it reduces the solubility of this by product.

If the product synthesized as a result of the metathesis reaction is a solid at a certain temperature, it can be recrystallized. For the purification of water-soluble IL, two-phase extraction of mixtures can also be carried out using an organic solvent. Water-insoluble IL is often dissolved in organic solvents such as dichloromethane and then washed several times with water to remove ionic compounds.

The presence of very small amounts of such compounds in the IL can cause color changes.

In this case, if the two-step washing is not sufficient, the IL should be additionally purified by the three-step process described below. In the first stage, the IL is kept on activated carbon for 12 hours in a polar solvent such as acetone. In the second stage, the solution obtained is filtered through acidic or neutral alumina. Finally, in the third stage, the product obtained is passed through a silica-based filter and then the very small particles of alumina are removed by a hydrophobic, microporous filter. The IL is then gently heated under vacuum for several days to remove traces of water and other organic solvents [25]. Although ionic liquids are not preferred for distillation because they have a low vapor pressure, in some cases, mixtures of solvent and starting reagents in liquid form can be distilled under vacuum by gradually increasing the temperature in the system can be excluded from the IL under certain conditions. It should also be taken into account that as the density of a component decreases, its volatility decreases, making it more difficult to purify volatile mixtures.

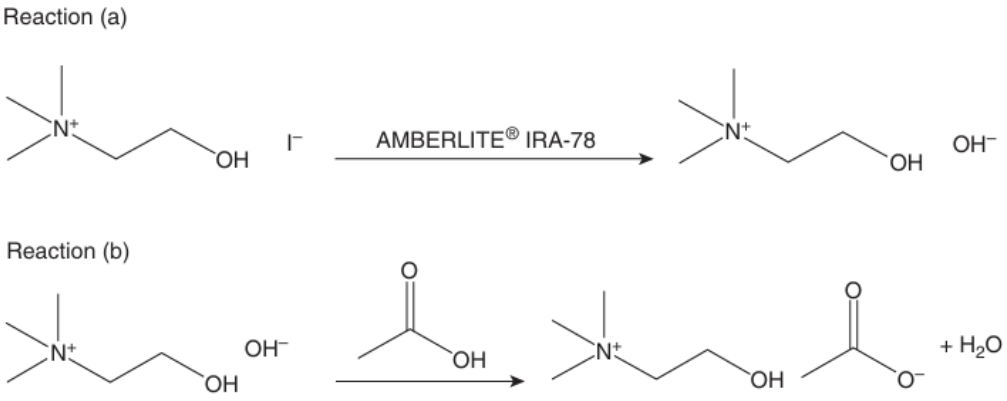
4. Synthesis of ionic liquids by ion exchange in resins

Another method of carrying out the metathesis process is the ion exchange reaction in resins, as shown in Scheme 5 [26,27]. In this method, the chromatographic column is filled with a resin ([resin][X_2]$^-$) that carries the anion [X_2]$^-$. The introduction of a solution of the initial [A][X_1] salt through the column causes the exchange of [X_2]$^-$ to [X_1]$^-$, provided that the sensitivity of the resin to [X_2]$^-$ is not high.

$$[A][X_1] + [Resin][X_2] \leftrightarrow [Resin][X_1] + [A][X_2]$$

Scheme 5. Resin-based ion exchange reaction

As a rule, ion exchange reactions occur at equilibrium. For this reason, the reaction is favored only if the resin material has a higher sensitivity to [X_1] than to [X_2] [28]. If the compatibility of the resin material is slightly less, the synthesis of IL is carried out in two steps, by hydroxide exchange followed by neutralization with acid, as shown in Scheme 6 (a). The scheme reflects the preparation of choline acetate, where an aqueous solution of choline iodide, the starting material, is first passed through a column packed with a hydroxide-based ion-exchange resin. In the next step, obtained choline hydroxide reacts with excess acetic acid in an aqueous medium to produce choline acetate (scheme 6, b).

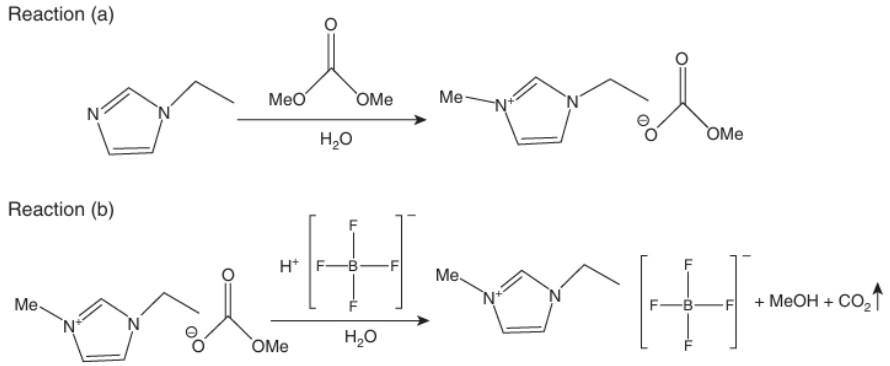


Scheme 6. Synthesis of [Ch][Ac] via a two-step ion-exchange reaction

It should be noted that this method requires resin passage (in some cases several times) to achieve 100% conversion and to purify the IL from starting materials [29].

5. Synthesis of ionic liquids by the carbonate method

The synthesis of IL can be carried out by another alternative method, based on anion exchange with Bronsted acid without using halogen-containing reagents. For example, IL of $[C_2mim][BF_4]$ can be synthesized by another method, using tetrafluoroboric acid (HBF_4) as a starting material, in two steps as shown in Scheme 7 (a,b). As shown in the scheme, 1-ethylimidazole can be alkylated to 1-ethyl-3-methylimidazolium cation by reaction with dimethyl carbonate (DMC) [30]. The methyl carbonate anion in the resulting compound is then reacted with a Bronsted acid to form the imidazolium $[BF_4]^-$ salt.



Scheme 7. Synthesis of $[C_2mim][BF_4]$ IL based on methyl carbonate salt

The methyl carbonate obtained as a by-product is immediately decomposed to produce CH_3OH and carbon dioxide [31]. In addition, special attention should be paid to the purification of this IM. Because traces of the starting acid can change the properties of such IM, causing them to become acidic. Such acid mixtures are observed when the starting acid and base are not taken in a 1:1 stoichiometric ratio. However, it should be taken into account that errors in the calculation of the amounts of reagents used can be caused by impurities in the starting materials. Another promising method for the synthesis of IL is based on the neutralization reaction of the cation-specific hydroxide with acid. In this case, water is obtained as a by-product along with the desired substance. For example, in the synthesis of an ionic liquid consisting of $[C_4mim][OH]$ and HNO_3, only water is obtained as a by-product [32].

CONCLUSİON

Considering that the prospective directions of solving the problem of environmental pollution, which has currently become a global problem all over the world, are determined by the creation of environmentally friendly "green chemistry" technologies, production processes based on the application of these technologies for important products of the chemical industry, the presented article covers issues of great importance. Since the use of environmentally friendly ionic liquids in organic synthesis and processing processes has recently been widely used, the synthesis, study and application of these compounds is of great interest. From this point of view, the article presents a number of methods for the synthesis of ionic liquids using various and

modern approaches, such as quaternization, anion exchange, metathesis, ion exchange in the presence of resins, and the carbonate method. In addition, the article presents the results of the study of an ionic liquid monomer synthesized on the basis of methacrylic acid chloride and diethylaminoethanol under the leadership of Professor M.C.Ibrahimova in the Monomers, Oligomers and Catalysis Laboratory of the ARETN Institute of Petrochemical Processes. References to scientific works with a high impact factor were made in the preparation of the article.

REFERENCES

1. M.C.İbrahimova, F.M.Abdullayeva, Z.N.Paşayeva., T.Ə.İbrahimova. Synthesis of ionic liquid monomer N,N-diethyl–N-(2-methacryloxyethyl)ammonium chloride and polymers(copolymers based on it) Processes of Petrochemistry and Oil Refining(PROR) Vol.21, №2. 2020,pp.231-241
2. M.G.Ibragimova, F.M. Abdullayeva,Z.N.Pashayeva, Synthesis and study of ionic liquid quaternary ammonium salt The journal Processes of Petrochemistry and oil Refining, Special Issue (N 1), 2024, p. 114-122 Selected Proceedings of the International Conference “Modern Problems of Macromolecular Compound Technology”
3. M.D.Ibragimova, T.A.Ibragimova, F. M. Abdullaeva Z. N. Pashaeva, Synthesis and investigation of composites based on phenol-formaldehyde resin The journal Processes of Petrochemistry and oil Refining, Special Issue (N 1), 2024, p 165-174
4. M. D. Ibragimova, F. M. Abdullaeva Z. N. Pashaeva, T. A. Ibragimova, Modification of Phenol–Formaldehyde Resin with Alkyl Aromatic Hydrocarbons. Polymer Science, Series D, 9 September 2024, Volume 17, pages 646–651, (2024)
5. Seyidova S.A. Justification of high efficiency of ionic liquid in the process of extraction cleaning of diesel fraction. Processes of Petrochemistry and Oil-Refining,2019, 3, p.291-296.
6. Pashayeva Z. N., İbragimova M. J., Abdullayeva F. M. Possibilities For Using Ionic Liquids In The Polymerization Process //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2024. – Т. 2834. – №. 1. – С. 012185.
7. Ибрагимова М. Д. и др. Синтез ионных жидкостей на основе муравьиной и уксусной кислоты и физико-химические методы их исследования //Qafqaz Universiteti. – 2016. – №. 1. – С. 101-107.
8. Ибрагимова М. Д. и др. Радикальная полимеризация децилового и октилового эфиров метакриловой кислоты в ионно-жидкостной среде //Клеи. Герметики. Технологии. – 2017. – №. 1. – С. 30-34.
9. Пашаева З. Н. и др. Применение ионных жидкостей в реакциях синтеза эфиров (мет) акриловых кислот //Научные труды АТУ. – 2016. – Т. 1. – №. 3. – С. 271-275.
10. Ибрагимова М. Д. и др. Радикальная полимеризация бутилового эфира метакриловой кислоты в ионно-жидкостной среде //Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2017. – №. 1. – С. 21-26.
11. Douglas R., Mega Kar M., Pringle J.M. Fundamentals of Ionic Liquid. – Wiley-VCH Verlag Gmbh&Co. KGaA., 2017. P.1-258.
12. Ибрагимова М.Д., Азизов А.Г., Абдуллаева Ф.М. и др. Сорбция диоксида углерода ионно-жидкостным мономером-2-метакрилоксиэтилдиетиламмоний хлоридом и полимерами на его основе. // Химия в интересах устойчивого развития, №25 , 2017, с.179-184

13. Hurley F. H., Wier T.P. “Electrodeposition of metals from fused quaternary ammonium salts // Journal of The Electrochemical Society. – 1951.– Vol. 98. – №5. – P.203–206.
14.Robinson J., Osteryoung R. A. “An electrochemical and spectroscopic study of some aromatic hydrocarbons in the room temperature molten salt system aluminum chloride-nbutylpyridinium chloride // Journal of the American Chemical Society.–1979.– Vol.101. – №2. – P.323–327.
15. Wilkes J.S., Levinsky J.A., Wilson R.A., Hussey C.L. “Dialkylimidazolium chloroaluminate melts: a new class of room-temperature ionic liquids for electrochemistry, spectroscopy and synthesis // Inorganic Chemistry. –1982.– Vol.21.– P.1263– 1264.
16. Chauvin Y., Einloft S., Olivier H. “Catalytic dimerization of propene by nickel-phosphine complexes in 1-butyl3-methylimidazolium chloride/AlEtxCl3-x (x = 0, 1) ionic liquids // Industrial and Engineering Chemistry Research.– 1995.– Vol.34. – №4. – P.1149–1155.
17.Williams S.D., Schoebrechts J. P., Selkirk J.C., Mamantov G. “A new room temperature molten salt solvent system: organic cation tetrachloroborates // Journal of the American Chemical Society. – 1987.–Vol.109. – №7. –P. 2218–2219.
18.Chauvin Y., Bourbigou H.O. Nonaqueous ionic liquids as reaction solvents // Chemtech.–1995. –Vol.25.– №9. –P.26–30.
19. Seddon K.R., Hardacre C. and McAuley. B.J. Catalyst comprising indium salt and organic ionic liquid and process for friedel-crafts reactions.–2003.WO 2003028883
20.Holbrey J.D., Rogers R.D., Mantz R.A. et al. Ionic Liquids in Synthesis, 2nd edn // John Wiley & Sons. –2008, –Vol.1. – P.57–174.
21. Zhang S., Sun N., He X. *et al.* Physical properties of ionic liquids: database and evaluation // *J. Phys. Chem. Ref. Data*. –2006. – Vol.35. –№4. –P.1475–1517.
22. Clare B., Sirwardana A., MacFarlane D.R. Synthesis, Purification and Characterization in: Ionic Liquids, Topics in Current Chemistry // Springer-Verlag, Berlin. – 2009. – Vol.290. – P.1–40.
23. Holbrey J.D., Seddon K.R. The phase behaviour of 1-alkyl-3- methylimidazolium tetrafluoroborates; ionic liquids and ionic liquid crystals // *J. Chem. Soc., Dalton Trans.* – 1999. –Vol.13. – P.2133–2139.
24. Appetecchi G.B., Scaccia S., Tizzani C. *et al.* Synthesis of hydrophobic ionic liquids for electrochemical applications // *J. Electrochem. Soc.* – 2006. –Vol.153. – № 9. – P.1685–1691.
25.Earle M.J., Gordon C.M., Plechkova N.V. *et al.* Decolorization of ionic liquids for spectroscopy // *Anal. Chem.* –2007. –Vol.79. – № 2.– P.758–764.
26.Dinares I., Garcia de Miguel, C., Ibanez A. *et al.* Imidazolium ionic liquids: a simple anion exchange protocol // *Green Chem.* – 2009. – Vol.11.– №10.– P.1507–1510.
27. Helfferich F. Ion-exchange kinetics III. Experimental test of the theory of particle-diffusion controlled ion exchange // *J. Phys. Chem.* –1962. – Vol.66. – № 1. –P.39–44.
28.Alcalde E., Mesquida N., Ibanez A., Dinares I. A halide-foranion swap using an anion-exchange resin (A- form) method: revisiting imidazolium-based anion receptors and sensors // *Eur. J. Org. Chem.* –2012. – Vol.2. – P.298–304.
29. Fukaya Y., Iizuka Y., Sekikawa K., Ohno H. Bio ionic liquids: room temperature ionic liquids composed wholly of biomaterials // *Green Chem.* –2007. –Vol.9. –№11. – P.1155–1157.
30.Holbrey J.D., Rogers R.D., Shukla S.S., Wilfred C.D. Optimised microwave-assisted synthesis of methylcarbonate salts: a convenient methodology to prepare intermediates for ionic liquid libraries // *Green Chem.* –2010. –Vol.12. –№ 3. –P.407–413.

31.Maton C., Van Hecke K., Stevens C.V. Peralkylated imidazolium carbonate ionic liquids: synthesis using dimethyl carbonate, reactivity and structure // *New J. Chem.*–2015.–Vol.39. – №1. – P.461–468.
32. Peng Y., Li G., Li J., Yu S. Convenient synthesis of various ionic liquids from onium hydroxides and ammonium salts // *Tetrahedron Lett.* –2009. – Vol.50. – № 29. – P.4286–4288.

İON MAYELƏRİ, SİNTEZ ÜSULLARI

[1]M.C.İbrahimova, [2]F.M.Abdullayeva, [3]Z.N.Paşayeva, [4]T.A.İbrahimova, [5]B.F.Bağırova, [6]R.Ə.İsmayılova, [7]D.Ə. Abdulla, [8]G.V.Fərhadova, [9]G.B.Mirzalı, [10]A.S.Gülalıyeva

[1,2,3,4,5,6]Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi, akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft Kimya prosesləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

[2,3,7,8,9,10]Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan
[1]minaver-ibrahimova@rambler.ru , http://orcid.org/0009-0001-6686-8000
[2] faxriye85@mail.ru, http://orcid.org/0009-0004-1899-9649
[3]ziyaretchem@gmail.com, http://orcid.org/0000-0002-0358-0966
[4]ibrahimovatehminechem@gmail.com, http://orcid.org/0000-0001-8703-9001

XÜLASƏ
Müasir dövrdə ətraf mühiti, atmosferi çirkləndirən uçucu, zəhərli üzvi həlledicilərin az zərərli və ya zərərsiz həlledicilərlə əvəz edilməsi son dərəcə vacib məsələ olub, alimlərin, mühəndis və texniki işçilərin diqqət mərkəzində duran tədqiqat sahələrindəndir. Bu qlobal problemin həllinin perspektiv istiqamətləri ekoloji zərərsiz "yaşıl kimya" texnologiyalarının, kimya sənayesinin mühüm əhəmiyyət kəsb edən məhsullarının bu texnologiyaların tətbiqinə əsaslanan istehsal proseslərinin yaradılması ilə müəyyən olunur. Bu məqsədlə üzvi sintez və emal proseslərində son zamanlar ekoloji zərərsiz ion mayelərinin tətbiqinə geniş yer verilir.
Bir çox İM duzlarının alkilləşmə və metatezis kimi ənənəvi üsullardan istifadə etməklə sintez edilməsinin mümkün olması ilə yanaşı belə birləşmələrin alternativ və daha asan yanaşmalarla sintezi üsulları da məlumdur və təqdim edilən məqalədə ion mayelərinin kvaternləşmə, anion mübadilə, metatezis, qatranların iştirakında ion-mübadilə, karbonat üsulu kimi müxtəlif sintez üsulları verilmişdir.

Açar sözlər: *ion mayesi, kvaternləşmə reaksiyası, ion-maye monomer, metatezis reaksiyası*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0071

PİROLİZİN C_5-FRAKSİYASININ TSİKLODİMERLƏŞMƏ VƏ ETİLEN İLƏ KONDENSLƏŞMƏ MƏHSULLARI ƏSASINDA ÇOXFUNKSİYALI AŞQARLARIN ALINMASI

Zaur Z. Ağamalıyev[1], Arzu V. Süleymanova[2], Pərişan S. Şirinova[3], Aydan A. Məmmədzadə[4], Gülsüm F. Hacıyeva[5]

[1,5] ARETN akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu, Bakı
[1,2,3,4] Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kimya texnologiya fakültəsi, Bakı
[1]Texnika elmləri doktoru, dosent, http://orcid.org/0000-0003-2866-1401, zaur.agamaliyev.z@asoiu.edu.az
[2] Magistr, http://orcid.org/0009-0008-7372-0611, suleymanovaarzu01@gmail.com
[3] Magistr, http://orcid.org/0009-0007-6576-6743, perishanshirinova@gmail.com
[4] Magistr, http://orcid.org/0009-0008-6523-1914, memmedzadeaydan99@gmail.com
[5] Elmi işçi, http://orcid.org/0009-0003-3646-5301, glsm.hcyv97@gmail.com

XÜLASƏ

Təqdim olunan məqalədə fenolun və *para*- krezolun КУ-2 katalizatoru iştirakında piroliz prosesinin C_5- fraksiyasının etilenlə kondensləşməsindən alınan 1-metiltsikloheksen və 3-metiltsikloheksenlə, C_5- fraksiyasının tərkibində olan izoprenin tsiklodimerləşmə məhsulları ilə katalitik alkilləşmə reaksiyalarının tədqiqindən bəhs edilir. Alkilləşmə reaksiyaları üçün optimal şərait tapmaq üçün prosesin kinetik parametrlərinin (vaxtın, temperaturun, katalizatorun miqdarının və ilkin reagentlərin mol nisbətlərinin) məqsədli məhsulların – *para*- tsikloalkil-, 2-mono-tsikloalkil-4-metilfenolların çıxımına və prosesin seçiciliyinə təsiri araşdırılmışdır. Belə ki, alkilləşmə reaksiyaları üçün vaxt 2 - 8 saat ərzində, temperatur 110 - 130 ºC hədlərində, fenolun (*para*- krezolun) tsiklenə mol nisbəti 1:0.5 ÷ 2 mol/mol, katalizatorun miqdarı 5 - 20 % (götürülən fenola görə) qiymətlərində tədqiq olunmuşdur. Nəticədə fenolun və *para*- krezolun 1- və 3-metiltsikloheksenlərlə, izoprenin tsiklodimerləri ilə КУ-2 katalizatoru iştirakında alkilləşmə reaksiyaları üçün səmərəli şərait tapılmışdır: reaksiyanın müddəti 5 - 6 saat, temperatur 120 - 130 ºC, fenolun (*para*- krezolun) tsikloolefinlərlə mol nisbəti 1:1 mol/mol, katalizatorun miqdarı götürülən fenola (*para*- krezola) görə 10 - 12 % təşkil edir. Alınmış metiltsikloalkilfenolların tapılmış bu şəraitlərdə çıxımı götürülən fenola (*para*- krezola) görə 66.3 - 71.4 %, seçicilikləri isə məqsədli məhsula görə 88.0 - 91.6 % təşkil edir. Alınmış metiltsikloakilfenolların formaldehid və aminoetilnonilimidazolinlə aminometilləşmə reaksiyaları tədqiq olunaraq Mannix əsasları alınıb M-8 mühərrik və T-46 turbin yağlarında çoxfunksiyalı aşqar kimi yoxlanılmışdır. Bu zaman aparılan sınaqlar zamanı alınan nəticələri müsbət olmuşdur.

Açar sözlər: *Fenol, para-krezol, katalizator, metiltsikloheksenlər, izoprenin tsiklodimerləri, alkilləşmə, Mannix əsasları.*

GİRİŞ

Aşağı oktanlı benzinlərin pirolizindən əsas məqsəd strateji məhsul olan etilen və propilen almaqdır. Prosesdə eyni zamanda etilen və propilenlə yanaşı xeyli miqdarda yan məhsullar da alınır ki, bunların da bu günə kimi səmərəli istifadə sahəsi yoxdur. Bu məhsullar müəssisələrdə

xeyli miqdarda yığılıb qalır və təbiətə xeyli zərər vurur. Bu məhsulların kimya sənayesinin müxtəlif sahələrində istifadə olunması ekoloji və iqtisadi baxımdan aktual məsələ hesab olunur [1-7].

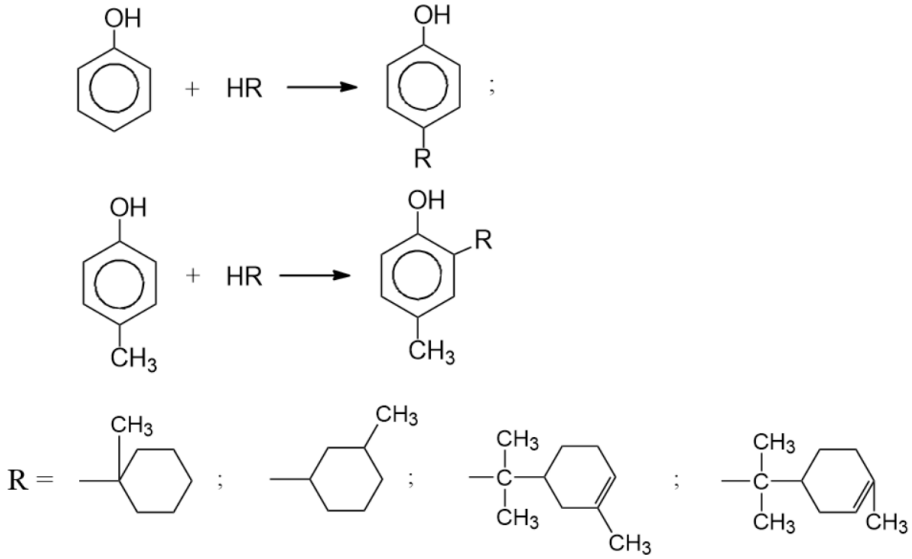
Piroliz prosesinin yan məhsullarından olan C_5-fraksiyasının etilenlə kondensləşmə prosesinin texnologiyası akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda işlənib hazırlanmış və sənaye miqyasında sınaqları aparılmışdır. Proses zamanı eyni zamanda əsas məhsullar ilə yanaşı izoprenin tsiklodimerləri də alınır [8,9].

Ədəbiyyat mənbələrində fenolların metiltsikloheksenlərlə, izoprenin tsiklodimerləri ilə müxtəlif katalizatorların iştirakında alkilləşmə reaksiyalarının tədqiqinə rast gəlinir [10-14]. Bu reaksiyalarda katalizator kimi sulfat, fosfor, sirkə turşularından, metal-üzvi birləşmələrdən, seolit tərkibli metal oksidlərindən və s. istifadə olunur [15-26].

Təqdim olunan məqalədə para-krezolun, fenolun kationit КУ-2 katalizatoru iştirakında pirolizin C_5-fraksiyasının etilenlə kondensləşmə məhsulları (1-metiltsikloheksen, 3-metiltsikloheksen) ilə, C_5-fraksiyasının tərkibində olan izoprenin tsiklodimerləşmə məhsulları ilə (dipren, dipenten) alkilləşmə reaksiyalarının tədqiqindən bəhs edilir.

Təcrübi hissə

Fenolun və *para*-krezolun 1- və 3-metiltsikloheksenlərlə, izoprenin tsiklodimerləri ilə katalitik alkilləşmə reaksiyaları aşağıdakı tənliklər üzrə gedir:



Alkilləşmə reaksiyalarını aparmaq üçün xammal kimi fenoldan, *para*-krezoldan, 1- və 3-metiltsikloheksenlərdən, izoprenin tsiklodimerlərindən istifadə olunmuşdur. Fenol və *para*-krezol istifadədən əvvəl qovulub təmizlənmişdir.

1- və 3-metiltsikloheksenlər pirolizin maye məhsullarının C_5-fraksiyasının avtoklavda etilenlə kondensləşmə (Dils-Alder reaksiyası) reaksiyalarından, izoprenin tsiklodimerləri (dipren və dipenten) isə avtoklavda izoprenin tsiklodimerləşməsindən alınmışdır. Onların fiziki-kimyəvi xassəsi aşağıda verilir:

Fenol - $T_{qayn.}$ = 182 ºC; ρ_4^{45} = 1.0710; n_D^{45} = 1.4503; $T_{ər.}$ = 41 ºC; m.k. = 94.

p-krezol - $T_{qayn.}$ = 202 ºC; ρ_4^{20} = 1.0347; n_D^{20} = 1.5359; $T_{ər.}$ = 36 ºC; m.k. = 108.

1-metiltsikloheksen - $T_{qayn.}$ = 109-111 ºC; ρ_4^{20} = 0.8200; n_D^{20} = 1.4502; m.k. = 96.

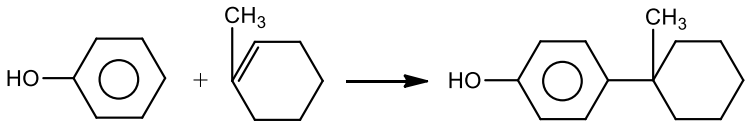
3-metiltsikloheksen - $T_{qayn.}$ = 101-102 ºC; ρ_4^{20} = 0.8120; n_D^{20} = 1.4460; m.k. = 96.

dipren - $T_{qayn.}$ = 160-161 ºC; ρ_4^{20} = 0.8347; n_D^{20} = 1.4659; m.k. = 136.

dipenten - $T_{qayn.}$ = 174-175 ºC; ρ_4^{20} = 0.8476; n_D^{20} = 1.4745; m.k. = 136.

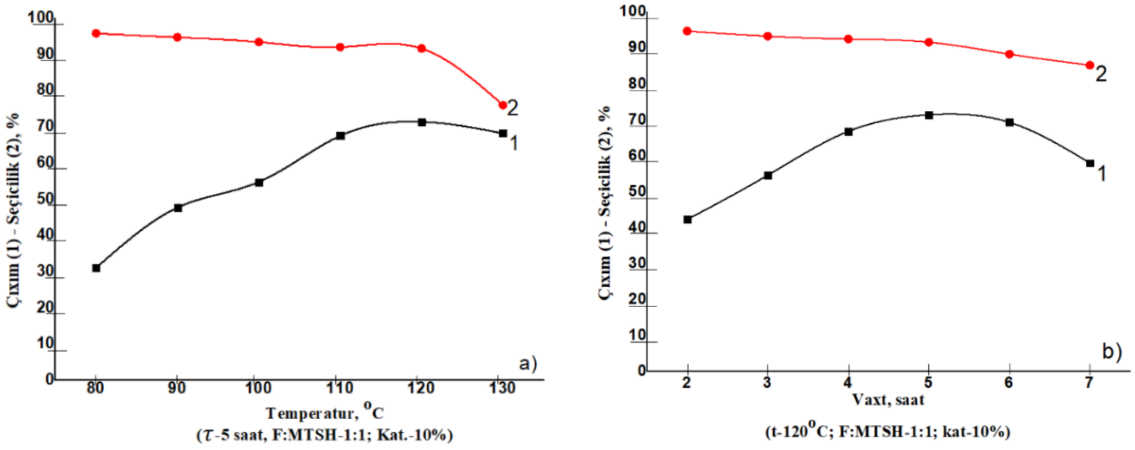
Fenolun və *para*-krezolun metiltsikloheksenlərlə alkilləşmə reaksiyaları üçboğazlı kolbada həyata keçirilmişdir. Proses aşağıdakı metodika ilə aparılmışdır: üçboğazlı kolbaya hesablanmış miqdarda fenol (və ya *para*-krezol), katalizator (КУ-2) doldurulub qızdırılır, temperatur 45 °C çatdıqda üzərinə damcı qıfından tsikloolefin damızdırılır. Tsikloolefin qurtardıqdan sonra reaksiya qarışığının temperaturu 80-135 °C-yə qaldırılır və proses 2-6 saat davam etdirilir. Sonra qarışıq 40-45 °C-ə qədər soyudulur və katalizatordan süzülüb ayrılır; alınmış alkilat Klayzen kolbasına keçirilir və rektifikasiya edilir. Əvvəl atmosfer təzyiqində reaksiyaya girməyən metiltsikloheksenlər, fenol (və ya *para*-krezol), sonra isə aşağı təzyiqdə 10 mm c.st. məqsədli məhsullar rektifikasiya olunur.

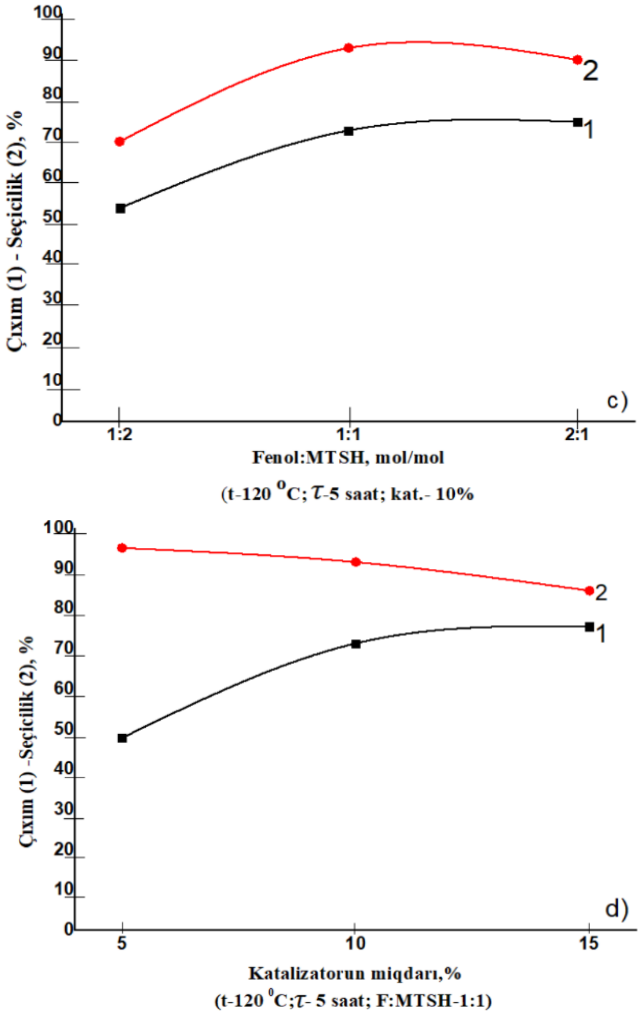
Nümunə üçün H-formalı КУ-2 katalizatorun iştirakında fenolun 1-metiltsikloheksenlərlə (MTSH) katalitik alkilləşmə reaksiyalarının nəticələri təhlil edilmişdir:



Fenolun alkilləşmə reaksiyası üçün səmərəli şəraitini tapmaq üçün kinetik parametrlərin (temperatur, vaxt, ilkin komponentlərin mol nisbətləri, katalizatorun miqdarı) məqsədli məhsulun çıxımına və seçiciliyinə təsiri öyrənilmişdir. Reaksiyanın temperaturu 80-130 °C, vaxtı 2-7 saat hədlərində, fenolun MTSH-ə mol nisbəti 1:2-dən 2:1 arasında, katalizatorun miqdarı 5-15 % qiymətlərində tədqiq edilmişdir.

Fenolun MTSH ilə katalitik tsikloalkilləşmə reaksiyalarının tədqiqat nəticələri 1 saylı şəkildə verilir.





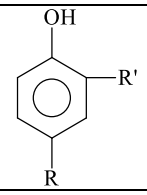
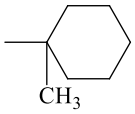
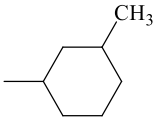
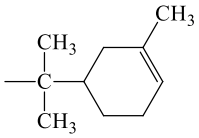
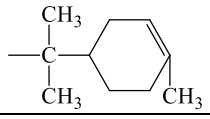
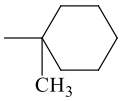
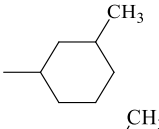
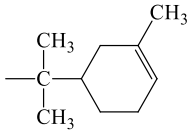
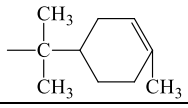
Şəkil 1. *para*-(1-Metiltsikloheksil)fenolun çıxımının (1) və prosesin seçiciliyinin (2) temperaturdan (a), vaxtdan (b), ilkin komponentlərin mol nisbətlərindən (c) və katalizatorun miqdarından (d) asılılıq əyriləri.

para-(1-Metilsikloheksil)fenolun sintezində maksimal çıxım və yüksək seçicilik əldə etmək üçün optimal şərait tapılmışdır. Şəkil 1.-dən göründüyü kimi, optimal şərait temperatur 110 °C, reaksiya müddəti 5 saat, mol nisbəti (fenol:MTSH) 1:1 və katalizator miqdarı 10 % olduqda əldə olunur. Bu şərtlərdə çıxım maksimum 71.4 %-ə çatmış, seçicilik isə 91.6 % olmuşdur.

Eyni ilə fenolun və *para*-krezolun 3-metiltsikloheksenlə, diprenlə və dipentenlə alkilləşmə reaksiyaları tədqiq olunmuşdur. Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində hər bir maddə üçün optimal şərait tapılmışdır. Tapılmış optimal şəraitlərdə *para*- (3-metiltsikloheksil)fenolun çıxımı götürülən fenola görə 68.3 %, seçicilik isə 89.4 % (məqsədli məhsula görə), 2(3-metiltsikloheksil)-4-metilfenolun çıxımı 70.5 %, seçiciliyi 90.3 %, dipren əsaslı alkilfenolun çıxımı 67.2 %, seçiciliyi isə 86.7 %; dipenten əsaslı alkilfenolun çıxımı 66.3 %, seçicilik isə 88.0 %; dipenten əsaslı 2-alkil-4-metilfenolun çıxımı 67.2 %, seçiciliyi 88.7 % olur.

Aşağıdakı cədvəldə tsikloalkilfenolların fiziki-kimyəvi xassələri və element tərkibləri verilir.

Cədvəl 1. Tsikloalkilfenolların fiziki-kimyəvi xassələri və element tərkibləri

	$T_{qayn.}$, °C, 10 mm c.st	$T_{ər.}$, °C	n_D^{20}	ρ_4^{40}	Mol.küt.	Element tərkibi, %	
						C	H
R′ = –H; R = 	161-164	96	-	-	190	82.4	9.7
	158-160	91	-	-	190	82.7	10.0
	193-196	106	-	-	230	83.8	9.1
	198-202	108	-	-	230	82.7	10.3
R = –CH_3 R′ = 	167-170	45	-	-	204	82.0	9.3
	161-163	41	-	-	204	81.8	8.9
	202-205	-	1.5035	1.0133	244	83.3	9.1
	212-215	-	1.5267	1.0375	244	82.7	8.7

Metiktsikloalkilfenolların formaldehid və aminoetilnonilimidazolinlə aminometilləşmə reaksiyaları öyrənilmişdir. Alınmış Mannix əsasları M-8 mühərriik və T-46 turbin yağlarına çoxfunksiyalı aşqar kimi sınaqdan çıxarılmışdır. Nəticələr müsbət olmuşdur.

Nəticə

C_5-fraksiyasının etilen ilə kondensləşməsindən alınmış 1- və 3-metiltsikloheksenlərin,

izoprenin tsiklodimerlərinin КУ-2 katalizatoru iştirakında fenolla (*p*-krezolla) alkilləşmə reaksiyaları aparılmışdır. Müxtəlif kinetik parametrlərin (temperatur, vaxt, komponentlərin mol nisbətləri, katalizatorun miqdarı) məqsədli məhsulların – *para*-(tsikloalkil)fenolların, 2-metiltsikloalkil-4-metilfenolların çıxımına və seçiciliyinə təsiri araşdırılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, alkilləşmə reaksiyalarının tapılmış optimal şəraitində temperatur 110-130 °C, reaksiya müddəti 5-6 saat, fenol (*para*-krezol):MTSH nisbətinin 1:1 mol/mol və katalizator miqdarı 10-12 % (*para*-krezola görə) təşkil etmişdir. Alınmış metiltsikloalkilfenolların tapılmış bu şəraitlərdə çıxımı götürülən fenola (*para*-krezola) görə 66.3-71.4 %, seçiciliyi isə məqsədli məhsula görə 88.0-91.6 % olmuşdur.

Ədəbiyyat

1. Расулов Ч.К., Азизов А.Г., Зейналова Л.Б. (2007). Синтез 2-гидрокси (циклоалкил) бензил-фенил-аминов. Процессы нефтехимии и нефтепереработки, 2(29), 11-15.
2. Расулов Ч.К., Азизов А.Г., Мирзоев В.Г., Азимова Р.К., Абасов С.И., Алиева С.З. (2009). Каталитическое арилирование и алкилирование фенола компонентами фракции 130 170° С продуктов пиролиза. Нефтехимия, 49(5), 397-400.
3. Агамалиев З.З., Аббасов В.М., Расулов Ч.К., Назаров И.Г., Рзаева Н.Ш., Нагиева М.В. (2019). Синтез пространственно-затрудненных метилциклоалкилфенолов и некоторые особенности реакции аминометилирования их аминоэтилнонилимидазолином. Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология, 62(2), 17-24.
4. Aghamaliyev Z.Z., Naghiyeva M.V., Rasulov C.K. (2018). Synthesis of 2-hydroxy-3-(methylcyclohexenyl-isopropyl)-5-methylbenzylaminoethylnonyl imidazolines - the thermostabilizers to polypropylene. In Materials Science Forum, Vol. 935, pp. 155-159.
5. Расулов Ч.К., Азизов А.Г., Салманова Ч.К., Ахмедбекова С.Ф., Зейналова Л.Б., Мамедова Ф.М. (2006). Синтез n-арилфеноламинной смолы и исследование ее действия в качестве антиокислительной добавки к нефтяным люминофорам. Нефтехимия, 46(4), 306-309.
6. Агамалиев З.З. (2018). Синтез 2-гидрокси-3-(метилциклоалкил)-5-метил-бензиламиноэтилалкилимидазолинов-антиоксидантов к моторным маслам. Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт, (8), 32-35.
7. Aghamaliyev Z.Z. (2021). Production and properties of surface-active compositions based on oxyetized nonylphenol and alkylymidazolines. Processes of Petrochemistry and Oil Refining, Vol.22, No. 1, – p. 50-57.
8. Abbasov V.M., Rasulov Ch.K., Askerova P.M., İsmailov S.P., Cyclic and Nencyclic organic compound, Cambridge Scholars Publishing, Nyukasl, 2024, 242 p.
9. Abbasov V.M., Nağıyev T.M., İbrahimov H.C., Məmmədova T.A., Abbasov M.M., Ağamalıyev Z.Z., Əmirov F.Ə., Qaz Kimyası, Bakı: Elm, 2015. 469 s.
10. Rasulov C.G., Aghamaliyev Z.Z., Alakbarova I.A., Gasimova F.I. (2020). Impact reactions of para-cresol with 1 (3)-methylcyclohexanes in a continuously operating pilot device. Processes of petrochemistry and oil-refining, 21(2), 208-215.
11. Агамалиев З.З., Алекперова И.И., Расулов Ч.К. (2020). Взаимодействие пара-крезола с циклодимерами изопрена в присутствии катализатора КУ-23. Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт, (6), 16-18.
12. Меджидов Э.А., Азимова Р.К., Мамедов Ф.Ф., Азизов А.Г., Расулов Ч.К. (2014). Некоторые особенности реакции взаимодействия пара-(арилалкил) фенола с

треххлористым фосфором. Химическая промышленность, 91(6), 281-284.
13. Alekperova I.I., Agamaliyev Z.Z., Veliyeva F.M., Rasulov C.K. Optimization of phenol cycloalkylation process with cyclohexene in the presence of catalyst KU-23. Processes of petrochemistry and oil refining, 2019, 24(4), 424-432.
14. Alekperova I.I., Aghamaliyev Z.Z., Veliyeva F.M., Rasulov Ch.K. Optimization of the reaction of catalytic cycloalkylation of phenol with cyclohexene // ScientificNet. Publisher in Materials Science & Engineering. Materials Science Forum, Switzerland, 2020, Vol. 869, p. 82-87
15. Alekperova I.I., Jafarov R.P., Aghamaliyev Z.Z., Rasulov Ch.K., Kurbanova Kh.F., Aliyev T.A. (2022). Optimization of phenol alkylation process by isoprene cyclodimers in the presence of a phosphorus-containing zeolite-Y catalyst. Processes of Petrochemistry and Oil Refining, 23(4), 676-682.
16. Aghamaliyev Z.Z. (2021). Production and properties of surface-active compositions based on oxyetized nonylphenol and alkylymidazolines. Processes of Petrochemistry and Oil Refining, Baku, 22(1), 50-57.
17. Расулов Ч.К., Агамалиев З.З., Нагиева М.В., Гасанова Г.Д., Гасымова Ф.И. (2021). Синтез и свойства 2-гидрокси-5 [1 (3)-метилциклоалкил]-бензиламиноэтилнонилимидазолинов. Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология, 64(4), 79-84.
18. Расулов Ч.К., Азизов А.Г., Азимова Р.К., Абдуллаев Э.М., Абасов С.И. (2012). Взаимодействие фенола с циклодимерами изопрена в присутствии цеолита-Y, пропитанного ортофосфорной кислотой. Нефтехимия, 52(5), 390-396.
19. Агамалиев З.З., Назаров И.Г., Амиров Ф.А., Расулов Ч.К. (2017). Алкилирование пара-крезола циклодимерами изопрена в присутствии фосфорсодержащего цеолита. Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний, (9), 16-19.
20. Rasulov C.K., Mekhtizade R.A., Aghamaliyev Z.Z., Abasov S.I. (2017). Cycloalkylation of para-cresol with 1-methylcycloalkenes in the presence of phosphorous-containing zeolite. Processes of Petrochemistry and Oil Refining (PPOR), 18(1), 80.
21. Mirzoyev V.H., Abbasov V.M., Rasulov Ch.K., Aghamaliyev Z.Z., Bagirzade R.Z., Majidov E.A. (2017). Selective catalytic alkylation of cycloalkylation of phenol with alkyl-and alkenylcyclohexenenes. Processes of Petrochemistry and Oil Refining, 18(4), 341-350.
22. Aghamaliyev Z.Z., Abbasov V.M., Rasulov Ch.G., Aghamaliyeva D.B. (2021). Preparation of compositions of oxyethylated nonylphenol with alkylimidazoles and study of their action against sulfate-reducing bacteria // Baku: Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, Vol.9, No. 05, p.60-65.
23. Агамалиев З.З. (2021). Синтез и свойства 2-гидрокси-5(циклогексен-3-ил-этил)-бензиламиноэтилнонилимидазолина // Sumqayıt Dövlət Universiteti. Elmi xəbərlər, Təbiət və texniki elmlər bölməsi. Cild 21, №2, – s.32-37.
24. Agamaliyev Z.Z. (2021). 2-Hydroxy-3[1(3)-metyltskylohexyl]-5-methylbensylaminoethyl-nonylymydazolines synthesis and study of properties // International Conference on actual problems of chemical engineering, dedicated to the 100th Anniversary of the Azerbaijan State Oil and Industry University. Baku, Azerbaijan, 24-25 December, p.101-102.
25. Агамалиев З.З. (2020). Применение 2-гидрокси-3-(метилциклоалкил)-5-метилбензиламиноэтилнонилимидазолинов в качестве антиоксидантов моторного масла М-8, Патент на полезную модель № 034738, Евразийская патентная организация (ЕАПО) /

Агамалиев З.З., Мехтизаде Р.А., Расулов Ч.К., Джафарова Р.А., Юсифов Ю.Г., Мамедов Ф.Ф.
26. Ağamalıyev Z.Z. (2020). 2-Hidroksi-3[1(3)-metiltskilo-heksil]-5-metilbenzilaminoetilnonil-imidazolinlərin sintezi və xassələrinin tədqiqi // Journal of Baku Engineering University. Chemistry and Biology. An international journal, No.2, s.171-175.

SYNTHESIS OF MULTIFUNCTIONAL ADDITIVES BASED ON THE CYCLODIMERIZATION AND CONDENSATION PRODUCTS OF THE C_5-FRACTION OF PYROLYSIS WITH ETHYLENE

Zaur Z. Aghamaliev[1], Arzu V. Suleymanova[2], Perishan S. Shirinova[3], Aydan A. Mammadzade[4], Gulsum F. Hajiyeva[5]

[1,5] Academician Y.H. Mammadaliyev Institute of Petrochemical Processes of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku
[1,2,3,4] Department of Chemical Technology, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku
[1] Doctor of Technical Sciences, Associate professor, http://orcid.org/0000-0003-2866-1401, zauraghamaliyev@gmail.com
[2] Master's student, http://orcid.org/0009-0008-7372-0611, suleymanovaarzu01@gmail.com
[3] Master's student, http://orcid.org/0009-0007-6576-6743, perishanshirinova@gmail.com
[4] Master's student, http://orcid.org/0009-0008-6523-1914, memmedzadeaydan99@gmail.com
[5] Scientist, http://orcid.org/0009-0003-3646-5301, glsm.hcyv97@gmail.com

ABSTRACT

This article investigates the catalytic alkylation reactions of phenol and *para*-cresol with 1-methylcyclohexene and 3-methylcyclohexene obtained from the condensation of the C_5- fraction of the pyrolysis process with ethylene, as well as with the cyclodimerization products of isoprene present in the C_5- fraction, in the presence of the KU-2 catalyst. The kinetic parameters of the process (time, temperature, catalyst amount, and molar ratios of the initial reagents) were studied to determine optimal conditions for alkylation reactions and their effect on the yield and selectivity of target products — *para*-cycloalkyl- and 2-mono-cycloalkyl-4-methylphenols. The alkylation reactions were studied within the following parameter ranges: reaction time of 2–8 hours, temperature of 110–130 ºC, phenol (or para-cresol) to cyclene molar ratio of 1:0.5 ÷ 2 mol/mol, and catalyst amount of 5–20 % (based on phenol). As a result, effective conditions for alkylation reactions of phenol and para-cresol with 1- and 3-methylcyclohexenes and isoprene cyclodimers in the presence of the KU-2 catalyst were identified: reaction duration of 5–6 hours, temperature of 120–130 ºC, phenol (or *para*-cresol) to cycloolefins molar ratio of 1:1 mol/mol, and catalyst amount of 10–12 % (based on phenol or *para*-cresol). Under these conditions, the yield of the obtained methylcycloalkylphenols ranged from 66.3 % to 71.4 %, with selectivity for the target product reaching 88.0–91.6 %. The methylcycloalkylphenols were further subjected to aminomethylation reactions with formaldehyde and aminoethyl-nonylimidazoline, resulting in Mannich bases. The synthesized compounds were tested as multifunctional additives in M-8 engine oil and T-46 turbine oil, yielding positive results

Keywords: *Phenol, para-cresol, catalyst, methylcyclohexenes, isoprene cyclodimers, alkylation, Mannich bases.*

ПОЛУЧЕНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРИСАДОК НА ОСНОВЕ ПРОДУКТОВ ЦИКЛОДИМЕРИЗАЦИИ И КОНДЕНСАЦИИ С ЭТИЛЕНОМ С5-ФРАКЦИИ ПИРОЛИЗА

Заур З. Агамалиев[1], Арзу В. Сулейманова[2], Паришан. С. Ширинова[3], Айдан. А. Мамедзаде[4], Гюльсум Ф. Гаджиева[5]

[1,5] Министерство науки и образования Азербайджана им. Ю.Г.Мамедалиева Институт Нефтехимических Процессов, Баку
[1,2,3,4] Отдел Химические технологии, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку
[1] Доктор технических наук, доцент, http://orcid.org/0000-0003-2866-1401, zauraghamaliyev@gmail.com
[2] Магистр, http://orcid.org/0009-0008-7372-0611, suleymanovaarzu01@gmail.com
[3] Магистр, http://orcid.org/0009-0007-6576-6743, perishanshirinova@gmail.com
[4] Магистр, http://orcid.org/0009-0008-6523-1914, memmedzadeaydan99@gmail.com
[5] Научный сотрудник, http://orcid.org/0009-0003-3646-5301, glsm.hcyv97@gmail.com

РЕЗЮМЕ

В данной статье исследованы каталитические реакции алкилирования фенола и *пара*-крезола с 1-метилциклогексеном и 3-метилциклогексеном, полученными при конденсации C_5-фракции процесса пиролиза с этиленом, а также с продуктами циклодимеризации изопрена, содержащегося в C_5-фракции, в присутствии катализатора КУ-2. Для установления оптимальных условий алкилирования изучено влияние кинетических параметров процесса (времени, температуры, количества катализатора и молярных соотношений исходных реагентов) на выход и селективность целевых продуктов — *пара*-циклоалкиль- и 2-моно-циклоалкиль-4-метилфенолов. Реакции алкилирования исследованы в следующих диапазонах: время реакции 2–8 часов, температура 110–130 ºС, молярное соотношение фенола (или *пара*-крезола) к циклену 1:0,5 ÷ 2 моль/моль, количество катализатора 5–20 % (относительно взятого фенола). В результате установлены эффективные условия для алкилирования фенола и *пара*-крезола 1- и 3-метилциклогексенами и циклодимерами изопрена в присутствии катализатора КУ-2: продолжительность реакции 5–6 часов, температура 120–130 ºС, молярное соотношение фенола (или *пара*-крезола) к циклоолефинам 1:1 моль/моль, количество катализатора 10–12 % (относительно фенола или *пара*-крезола). При данных условиях выход полученных метилциклогексилфенолов составляет 66,3–71,4 %, а селективность в целевой продукт — 88,0–91,6 %. Далее синтезированные метилциклогексилфенолы подвергли аминометилированию с формальдегидом и аминоэтилнонилимидазолином, в результате чего были получены основания Манниха. Полученные соединения были испытаны в качестве многофункциональных присадок в моторном масле М-8 и турбинном масле Т-46, и результаты испытаний оказались положительными.

Ключевые слова: *Фенол, пара-крезол, катализатор, метилциклогексены, циклодимеры изопрена, алкилирование, основания Манниха.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0080

SİNTETİK NEFT TURŞULARININ NA, K, NH_4 DUZLARI VƏ MONO-, Dİ-, TRİETANOLAMİN KOMPLEKSLƏRİNİN SİNTEZİ VƏ ONLARIN SƏTHİ GƏRİLMƏYƏ TƏSİRİ

Məmmədxanova Sevinc[1], Qaragözova Aysel[2]

[1,2] Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti,
[1,2] " Kimya mühəndisliyi " kafedrası,
[1] Dosent, texnika elmləri namizədi
[2] Magistrant aiselqaragozova@gmail.com

XÜLASƏ
Bu araşdırma, sintetik neft turşularının (SNT) natrium (Na+), kalium (K+), ammonium (NH_4+) duzları və mono-, di-, tri-etanolamin komplekslərinin sintezini öyrənməyə həsr olunmuşdur. Məqsəd, bu maddələrin səthi gərilməyə olan təsirini araşdırmaq və səthi aktiv xüsusiyyətləri qiymətləndirməkdir. Sintez prosesi çərçivəsində, NaOH, KOH və NH_4OH kimi maddələrlə reaksiya aparılıb, mono-, di-, tri-etanolamin kompleksləri əlavə edilmişdir. Nəticələr göstərir ki, bu komplekslər səthi gərilməyə əhəmiyyətli təsir edərək səthi aktiv xüssiyyətlər təmin edir. Səthi gərilmə əmsalında 30-40% azalma qeydə alınmış, bu da onların sənayedə istifadə imkanlarını genişləndirir. Bu araşdırma, səthi aktiv maddələrə olan tələbin artması fonunda yeni perspektiv yolları işıqlandırır və ekologiyaya ziyan vurmayan tətbiqlərə şərait yarada bilər.
Səthi gərilmənin azalması, müxtəlif kimyəvi maddələrin birləşməsi və onların təbiətinə görə əhəmiyyətli dərəcədə dəyişir. SNT və etanolamin komplekslərinin xüsusiyyətləri, bu maddələrin səthi gərilməni necə dəyişdirdiyi ilə bağlı mövcud ədəbiyyatda kifayət qədər tədqiqat yoxdur. Bu boşluğu doldurmaq məqsədilə bu işdə sintetik neft turşularının duzlarının və etanolamin komplekslərinin sintezinin və onların səthi gərilməyə təsirinin araşdırılması məqsəd qoyulmuşdur.

Açar sözlər: *sintetik neft turşuları, etanolamin kompleksləri, səthi gərilmə, səthi aktiv maddələr.*

Giriş

Sintetik neft turşuları müasir kimya sənayesində geniş tətbiq sahələrinə malik olan mühüm üzvi birləşmələr qrupuna aiddir. Onlar əsasən təbii karbohidrogenlərin oksidləşməsi və ya digər kimyəvi çevrilmə prosesləri nəticəsində sintez olunur. Bu turşuların molekulyar strukturu karboksil (-COOH) qrupları ilə zəngindir və bu xüsusiyyət onların yüksək kimyəvi aktivliyini təmin edir [1, 2, 7-14].
Bu turşulardan alınan natrium, kalium və ammonium duzları isə xüsusi funksional xüsusiyyətlərə malikdir. Natrium duzları yuyucu vasitələrin tərkibində səthi aktiv komponentlər kimi istifadə olunur, çünki onlar sabit emulsiya formalaşdırma qabiliyyətinə malikdir. Kalium duzları adətən gübrə istehsalında və müxtəlif kimyəvi proseslərdə geniş tətbiq edilir. Ammonium duzları isə səthi aktiv maddələr və xüsusi yuyucu vasitələrin sintezində mühüm rol oynayır.
Mono-, di- və tri-etanolaminlər kimya sənayesində geniş istifadə olunan çox funksiyalı birləşmələrdir. Bu maddələr, tərkibində həm hidroksil (-OH), həm də amin ($-NH_2$) qruplarını

birləşdirən, yüksək reaktivliyə malik olan birləşmələrdir. Mono-, di- və tri-etanolaminlər, sintetik neft turşuları və onların natrium, kalium, ammonium duzları ilə reaksiyaya daxil olduqda müxtəlif komplekslər əmələ gətirir. Bu komplekslər, səthi aktiv maddələr kimi istifadə edildikdə səthi gərilmənin azaldılmasında yüksək effektivlik göstərir. Araşdırmalar göstərir ki, tri-etanolaminin təsiri digər iki formadan daha çoxdur, çünki onun tərkibində daha çox hidroksil qrupu mövcuddur ki, bu da interfeys gərginliyini daha effektiv şəkildə azaldır [5].

Məsələnin qoyulması. Səthi gərilmənin azalması, müxtəlif kimyəvi maddələrin birləşməsi və onların təbiətinə görə əhəmiyyətli dərəcədə dəyişir. SNT və etanolamin komplekslərinin xüsusiyyətləri, bu maddələrin səthi gərilməni necə dəyişdirdiyi ilə bağlı mövcud ədəbiyyatda kifayət qədər tədqiqat yoxdur. Bu boşluğu doldurmaq məqsədilə bu işdə sintetik neft turşularının duzlarının və etanolamin komplekslərinin sintezinin və onların səthi gərilməyə təsirinin araşdırılması məqsəd qoyulmuşdur.

Məsələnin həlli. Bu tədqiqatda sintetik neft turşularının natrium (Na), kalium (K) və ammonium (NH_4) duzları ilə mono-, di- və triethanolamin komplekslərinin sintezi aparılacaq. Eksperimentlərdə bu maddələrin müxtəlif konsentrasiyalarının səthi gərilmə üzərindəki təsiri ölçüləcək. Tədqiqatın nəticələrinə əsasən, bu maddələrin səthi gərilməni necə azaldığını və hansı şəraitdə daha effektiv olduqlarını müəyyən etmək hədəflənir.

Metodologiya.

Bu məqsədə çatmaq üçün iki əsas metod tətbiq olunacaq: kimyəvi sintez və səthi gərilmə ölçmələri. Hər iki metod birgə olaraq tədqiqatın əsas hissəsini təşkil edir [6].

a) Kimyəvi Sintez

SNT-ın və etanolamin komplekslərinin sintezi, tədqiqatın başlanğıc mərhələsini təşkil edir. İlk növbədə, sintetik neft turşuları əldə edilir. Bunun üçün hidrokarbonların oksidləşməsi prosesindən istifadə edilir. Alkilbenzenlər və kükürd turşusu kimi reaktivlər vasitəsilə yüksək temperaturlarda sintez prosesi həyata keçirilir. Bu prosesdə, reaksiya şərtləri - temperatur və zaman - diqqətlə tənzimlənir ki, optimal nəticə əldə olunsun.

1) Alkilbenzenlər, əsasən aromatik birləşmələr olduğu üçün, kükürd turşusu ilə reaksiyaya girərək alkilbenzen turşusu sintez edilə bilər:

$$C_6H_5{-}CH_3 + O_2 \xrightarrow{H2SO4,T} C_6H_4(CO_2H){-}CH_3$$

Burada metilbenzen (toluol) oksidləşərək metilbenzen turşusu əmələ gəlir.

2) Hidrokarbonların, xüsusən alkanların, oksidləşməsi üçün yüksək temperaturda və oksigenlə əlaqəli reaksiyalar istifadə edilir:

$$R{-}H + O_2 \xrightarrow{T} R{-}COOH$$

Burada R alkan radikalı təmsil edir və nəticədə müvafiq alifatik turşu əmələ gəlir.

3) Alkilbenzen turşuları və ya alifatik turşuların kalsium, sodyum və ya kaliumla reaksiyası nəticəsində uyğun duzların alınması mümkündür. Bu reaksiyada kalsium, sodyum və ya kalium duzları əmələ gəlir:

$$R{-}COOH + NaOH \rightarrow R{-}COONa + H_2O$$

Növbəti mərhələdə sintetik neft (R–COOH) turşuları ilə natrium (Na^+), kalium (K^+) və ammonium (NH_4^+) hidrogen karbonatları və ya hidroksidləri ilə reaksiya verərək müvafiq duzlar sintez edilir. Bu reaksiyalar maye fazasında reallaşır və reaksiyanın pH səviyyəsi izlənilir. Reaksiya temperaturu 60-80°C aralığında saxlanılaraq müəyyən bir müddət ərzində proses davam edir.

1) Natrium duzunun sintezi:

$R–COOH + NaOH \rightarrow R–COO^-Na^+ + H_2O$
$R–COOH + NaHCO_3 \rightarrow R–COO^-Na^+ + CO_2 + H_2O$

2) Kalium duzunun sintezi:

$R–COOH + KOH \rightarrow R–COO^-K^+ + H_2O$
$R–COOH + KHCO_3 \rightarrow R–COO^-K^+ + CO_2 + H_2O$

3) Ammonium duzunun sintezi:

$R–COOH + NH_4OH \rightarrow R–COO^- NH_4^+ + H_2O$
$R–COOH + NH_4HCO_3 \rightarrow R–COO^- NH_4^+ + CO_2 + H_2O$

Etanolamin komplekslərinin sintezi üçün monoetanolamin, dietanolamin və triethanolamin istifadə edilir. Bu aminlər SNT ilə birləşərək müxtəlif komplekslər meydana gətirir.

b) Səthi Gərilmə Ölçmələri

Təcrübənin ikinci mərhələsində, hazırlanmış həllərin səthi gərilməsi ölçülür. Ölçməni həyata keçirmək üçün tensiometrdən istifadə olunur (Şəkil 1). Tensiometr cihazı mayenin səthindəki molekulların qarşılıqlı təsirini ölçərək səthi gərilmə dəyərini təyin edir.



Şəkil 1. Tensiometr cihazı

Səthi gərilmə ölçmələri müxtəlif konsentrasiyalarda və etanolamin komplekslərinin müxtəlif tərkiblərində aparılır və məhlulların konsentrasiyası 0.1 M, 0.5 M və 1.0 M səviyyələrində dəyişdirilir. Hər bir konsentrasiyada təkrarlanan ölçmələr aparılacaq [1]. Hələllər hazırlanarkən, düzgün qarışdırma təmin edilməli və 20-25°C temperaturda saxlanılmalıdır. Səthi gərginlik bu düstur vasitəsilə hesablana bilər:

$$\Delta \sigma = \sigma_{mix} - \sum_i^n xi\ \sigma_i$$

Hansı ki, σ_{mix} qarışığın səthi gərilməsi, σ_i isə i saf maddəsinin səthi gərilməsidir (Cədvəl 1).

Cədvəl 1. 313,15 K-də təmiz komponentlər üçün səth gərginliyinin eksperimental və ədəbiyyat qiymətləri, σ.

Komponent	$\sigma/(mN.m^{-1})$	
	Exp.	Lit.
Metanol	20.92	19.99 [48], 21.13 [49], 21.68 [50]
Etanol	20.37	19.48 [48], 20.62 [49,51], 20.8 [52], 20.83 [53], 20.84 [54]
İzopropanol	19.54	19.84 [18], 19.71 [49], 19.87 [54]
Monoetanolamin	46.65	46.88 [55], 46.7 [56], 46.43 [57], 47.1 [58]
Dietanolamin	44.83	46 [58], 45.2 [59], 44.75 [60]
Trietanolamin	43.72	43.40 [51], 43.48 [60], 43.54 [61]

Bundan əlavə, səthi gərilmənin müəyyənləşdirilməsi məqsədilə müxtəlif maddələrin qarşılıqlı reaksiyaları izlənilləcək. Hər bir reaksiyanın nəticələri müxtəlif temperaturlarda və həll nisbətlərində təkrarlanacaq.

Cədvəl 2. Eksperimental məlumatlar, monoetanolamin (MEA(1)/spirt(2)) üçün səthi gərginliyin hesablanmış qiymətləri

x_2	σ_{exp} (mN. m^{-1})	σ_{cal} (mN. m^{-1})	$x_{2,s}$	x_2	σ_{exp} (mN. m^{-1})	σ_{cal} (mN. m^{-1})	$x_{2,s}$	% APD [a]
MEA(1)/metanol(2)								
0	46.65	46.65	0	0.3201	36.92	36.93	0.5715	
0.0110	46.11	46.19	0.0336	0.4469	33.80	33.52	0.6963	
0.0341	45.10	45.26	0.0983	0.5501	31.44	31.00	0.7801	0.6
0.0799	43.57	43.56	0.2076	0.6620	28.79	28.48	0.8564	
0.1577	41.26	42.06	0.3540	0.7249	27.36	27.16	0.8927	
0.2319	39.27	39.58	0.4643	1	20.92	20.92	1	
MEA(1)/etanol(2)								
0	46.65	46.65	0	0.2849	34.30	34.46	0.6621	
0.0189	44.87	45.64	0.0683	0.3201	33.16	33.36	0.7008	
0.0409	43.65	44.51	0.1435	0.4070	30.62	30.96	0.7751	
0.0681	42.25	43.15	0.2295	0.5499	27.44	27.75	0.8567	1.1
0.1019	40.91	41.61	0.3255	0.6059	26.45	26.68	0.8806	
0.1461	38.99	39.64	0.4332	0.7251	24.34	24.62	0.9226	
0.2040	36.74	37.30	0.5464	1	20.37	20.37	1	

Alkanolaminlərin (MEA, DEA və TEA) spirtlə (metanol, etanol və izopropanol) ikili sistemləri üçün səthi gərilmə dəyərləri 313,15 K-də bütün kompozisiya diapazonunda ölçülür (Cədvəl

2,3,4). Səthi gərginlikdən kənarlaşma (Δσ) hesablanmışdır [2]. Δσ dəyərləri bütün tərkib diapazonunda mənfidir (metanol/DEA və metanol/TEA sistemləri istisna olmaqla) və Δσ-nin ideallıqdan kənarlaşması spirtlərin karbohidrogen zəncirinin uzunluğunun artması ilə əhəmiyyətli dərəcədə artır. Sonda səthi gərginlik məlumatları korrelyasiya edilmişdir [3].

Cədvəl 3. Eksperimental məlumatlar, dietanolamin (DEA(1)/spirt(2)) üçün səthi gərginliyin hesablanmış qiymətləri

x_2	σ_{exp} (mN.m^{-1})	σ_{cal} (mN.m^{-1})	$x_{2,s}$	x_2	σ_{exp} (mN.m^{-1})	σ_{cal} (mN.m^{-1})	$x_{2,s}$	%APD [a]
DEA(1)/metanol(2)								
0	44.83	44.83	0	0.3199	41.76	36.53	0.5656	
0.0220	44.47	44.03	0.0731	0.4070	40.36	34.90	0.6463	
0.0479	44.15	43.15	0.1462	0.5003	38.67	33.29	0.7215	
0.0801	43.81	42.16	0.2227	0.6059	35.50	31.57	0.7975	7.2
0.1189	43.78	41.07	0.2998	0.7201	30.78	27.46	0.8719	
0.1680	42.93	39.82	0.3810	0.7999	27.81	25.37	0.9191	
0.2299	42.34	38.39	0.4654	1	20.92	20.92	1	
DEA(1)/etanol(2)								
0	44.83	44.83	0	0.3199	35.18	34.60	0.6863	
0.0220	44.38	43.83	0.0871	0.4070	32.64	32.28	0.7672	
0.0479	43.89	42.72	0.1764	0.5003	30.22	30.11	0.8317	
0.0801	43.28	41.45	0.2717	0.6059	27.87	27.24	0.8854	1.7
0.1189	42.26	40.05	0.3688	0.7201	25.85	24.94	0.9280	
0.1680	40.35	39.55	0.4702	1	20.37	20.37	1	
0.2299	38.06	37.37	0.5729					

Cədvəl 4. Eksperimental məlumatlar, trietanolamin (TEA(1)/spirt(2)) üçün səthi gərginliyin hesablanmış qiymətləri

x_2	σ_{exp} (mN.m^{-1})	σ_{cal} (mN.m^{-1})	$x_{2,s}$	x_2	σ_{exp} (mN.m^{-1})	σ_{cal} (mN.m^{-1})	$x_{2,s}$	%APD [a]
TEA(1)/metanol(2)								
0	43.72	43.72	0	0.3199	41.52	36.29	0.5712	
0.0220	43.41	42.96	0.0814	0.4070	40.94	34.89	0.6466	
0.0479	43.20	42.15	0.1597	0.5003	39.38	33.51	0.7169	
0.0801	42.99	41.24	0.2389	0.6059	37.18	32.03	0.7887	7.9
0.1189	42.63	40.26	0.3164	0.7201	32.69	28.32	0.8611	
0.1680	42.32	39.15	0.3957	0.7999	29.03	26.02	0.9098	
0.2299	41.93	37.90	0.4768	1	20.92	20.92	1	
TEA(1)/etanol(2)								
0	43.72	43.72	0	0.3199	35.73	34.51	0.6769	
0.0220	42.67	42.78	0.0962	0.4070	34.17	32.83	0.7593	
0.0479	42.00	41.77	0.1901	0.5003	31.54	31.24	0.8260	
0.0801	41.03	40.64	0.2860	0.6059	29.08	29.65	0.8839	2.1
0.1189	40.43	39.42	0.3801	0.7201	26.27	25.35	0.9301	
0.1680	39.24	38.03	0.4760	0.7999	24.51	23.75	0.9547	
0.2299	38.43	36.48	0.5721	1	20.37	20.37	1	

Nəticə. Tədqiqatın nəticələri göstərdi ki, sintetik neft turşularının Na, K, NH_4 duzları və etanolamin kompleksləri səthi gərilmə üzərində əhəmiyyətli təsir göstərir. Təcrübələr nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, müxtəlif maddələrin səthi gərilməni azaldaraq onların sənaye tətbiqlərində daha effektiv istifadə oluna biləcəyini ortaya qoymuşdur.

Natrium duzları, xüsusilə sintetik neft turşularının natrium duzları, səthi gərilməni ən çox azaldan maddədir. Bu maddə, maye-səth qarşılıqlı təsirini gücləndirərək səthi gərilməni əhəmiyyətli dərəcədə azaldır. Natrium duzlarının ən yüksək təsirini göstərdiyi konsentrasiya 0.1 M-dən 0.5 M-ə qədər olan aralıqda müşahidə olunmuşdur. Ammonium duzları, natrium duzlarından sonra gələn ən effektiv maddələrdir. Ammonium duzlarının səthi gərilməyə təsiri, natrium duzları ilə müqayisədə daha azdır, lakin buna baxmayaraq, müəyyən miqdarda azalma müşahidə edilmişdir. Xüsusilə, ammonium kompleksləri, yüksək konsentrasiyalarda daha effektiv olmuşdur və 0.5 M-ə qədər artan konsentrasiyalarda əhəmiyyətli təsir göstərmişdir.

Kalium duzları, səthi gərilməyə təsir edən maddələr arasında ən aşağı təsirə malik olanlardır. Kalium duzları yalnız yüksək konsentrasiyalarda (1.0 M) müəyyən təsir göstərmişdir. Etanolamin komplekslərinin səthi gərilməyə təsiri əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənir. Monoetanolamin, triethanolamin komplekslərinə nisbətən daha aşağı səthi gərilmə azaldılmasını təmin etmişdir. Triethanolamin kompleksləri isə səthi gərilməni əhəmiyyətli dərəcədə azaldır.

Bu nəticələr göstərir ki, sintetik neft turşuları və etanolamin kompleksləri, sənaye tətbiqlərində, xüsusən də emulqatorlar, detarjanlar və digər kimyəvi maddələr üçün istifadə oluna bilər. Səthi gərilmənin azaldılması, bu maddələrin təmizləmə və emal proseslərində effektivliyini artırır.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. A. Blanco, A. Garcia–Abuin, D. Gomez–Diaz, J. M. Navaza, O. L. Villaverde, Density, speed of sound, viscosity, surface tension, and excess volume of n–ethyl–2–pyrrolidone ethanolamine (or diethanolamine or triethanolamine). K, J. Chem. Eng. Data 58 (2018) 653–659.
2. E. Ghasemian, Prediction of surface tension and surface properties of organic binary mixtures, J. Mol. Liq. 183 (2013) 64–71. Claridge TD. High-resolution NMR techniques in Organic Chemistry, 3rd ed. Amsterdam: Elsevier, 2016.
3. E. Golmaghani-Ebrahimi, A. Bagheri, M. Fazli, Surface tension of binary and two ternary mixtures containing water–acetonitrile–methanol/ethanol at 298.15 K: experimental data, correlation and prediction by various models, Phys. Chem. Liq. 56 (5) (2017) 596–609.
4. S.A. Jayarathna, A. Weerasooriya, S. Dayarathna, D.A. Eimer, M.C. Melaaen, Densities and surface tensions of CO_2 loaded aqueous monoethanolamine. K, J. Chem. Eng. Data 58 (2016) 986–992.
5. Аббасов В.М., Мамедова Н. А., Шахмамедова А. Г., Ахмедова С. З., Рзаева Н. Ш., Керимов П. Н., Талыбов А.Г. Синтез аллилового и пропаргилового эфира природных нефтяных кислот в присутствии ионной жидкости в качестве катализатора // Мир Нефтепродуктов. 2015, №8, с. 26–31.
6. Велиев М.Г., Мустафаев С.А., Шахмамедова А.Г.Непредельные эфиры нафтеновых и циклических карбоновых кислот 19. Химические реактивы, реагенты и процессы малотоннажной химии. Минск «Беларуская наука», 2011, с. 290–297.

7. В.М.Аббасов, Шаи-Минг Пенг, Р.Г.Исмаилов, Л.М.Эфендиева, Л.Г.Нуриев, Э.Б.Зейналов, Н.И.Мурсалов, З.З.Агамалиев. Получение нафтеновых кислот при каталитическом участии пятиядерного комплекса // Процессы нефтехимии и нефтепереработки, 10, 3-4 (39-40), 2009, с.252-254.
8. V.M.Abbasov, L.M.Əfəndiyeva, L.H.Nuriyev, Z.Z.Ağamalıyev, E.B.Zeynalov. Bakı neftlərinin naften karbohidrogenlərinin sintetik naften turşularına qədər oksidləşməsində müxtəlif katalizatorların tətbiqi //Azərbaycan kimya jurnalı, 2, 2010, s.197-200.
9. В.М.Аббасов, Э.Б.Зейналов, З.З.Агамалиев, Л.М.Эфендиева, Ф.М.Велиева, Л.Г.Нуриев. Оптимизация получения СНК окислением дизельной фракций смеси бакинских нефтей // Нефтепереработка и нефтехимия, Москва, 2010, №11, с.42-46.
10. Э.Б.Зейналов, В.М.Аббасов, Л.М.Эфендиева, З.З.Агамалиев, Л.Г.Нуриев, Л.И.Алиева, Г.Г.Насибова. Каталитическая активность нафтенатов переходных металлов в реакции аэробного окисления нефтяной нафтеновой фракции // Мир нефтепродуктов, Москва, 2012, №2, с.23-26.
11. В.М.Аббасов, Э.Б.Зейналов, Ф.М.Велиева, Л.М.Эфендиева, З.З.Агамалиев, Н.Я.Ищенко. Статическое моделирование процесса получения искусственных нафтеновых кислот // Нефтегазовые технологии. Москва, 2013, №11, с.70-73.
12. В.М. Аббасов, С.А.Мамедханова, Н.Ш.Рзаева, Л.М.Эфендиева, З.З.Агамалиев, Н.Н. Мусаев. Синтетические нефтяные кислоты и некоторые синтезы на их основе // Процессы нефтехимии и нефтепереработки, 2014, т.15, №1 (57), с.3-15.
13. Аббасов В.М., Зейналов Э.Б., Эфендиева Л.М., Алиева Л.И., Нуриев Л.Г., Мурсалов Н.И., Джабраилзаде Ш.З., Агамалиев З.З., Мамедханова С.А. Селективное окисление нафтено-изопарафиновых углеводородов дизельной фракции в присутствии Cr- и Mn-солей природных нефтяных кислот // Процессы нефтехимии и нефтепереработки, 2013, т.14, №3(55), с.183-190.
14. Аббасов В.М., Мамедбейли Э.Г., Агамалиева Д.Б., Эфендиева Л.М., Мамедова Н.М., Агазаде Е.Дж., Агамалиев З.З. Синтез производных имидазолинов на основе синтетических нефтяных кислот и их влияние на микробиологическую коррозию. // Практика противокоррозионной защиты. 2018, №1 (87), с.17-23.

Synthesis of Na, K, NH_4 salts of synthetic petroleum acids and mono-, di-, tri-ethanolamine complexes and their effect on surface tension

Mammadkhanova Sevinc[1], Garagozova Aysel[2]

[1,2] Azerbaijan State Oil and Industry University,
[1,2] " Department of "Chemical Engineering",
[1] Associate Professor, Candidate of Technical Sciences
[2] Master: aiselqaragozova@gmail.com

ABSTRACT

This article is devoted to the study of the synthesis of sodium (Na+), potassium (K+), ammonium (NH_4+) salts of synthetic petroleum acids (SPA) and mono-, di-, tri-ethanolamine complexes. The aim is to investigate the effect of these substances on surface tension and evaluate the surfactant properties. As part of the synthesis process, reactions were carried out with substances such as NaOH, KOH and NH_4OH, and mono-, di-, tri-ethanolamine complexes were added. The results show that these complexes significantly affect surface tension and provide surfactant properties. A

30-40% decrease in the surface tension coefficient was recorded, which expands their industrial applications. This study illuminates new promising avenues against the background of the increasing demand for surfactants and may create conditions for environmentally friendly applications.
The reduction in surface tension varies significantly depending on the combination of various chemicals and their nature. There is not enough research in the existing literature on the properties of SNT and ethanolamine complexes and how these substances modify surface tension. In order to fill this gap, this study aimed to investigate the synthesis of synthetic petroleum acid salts and ethanolamine complexes and their effect on surface tension.
Keywords: *synthetic oil acids, ethanolamine complexes, surface tension, surfactants*

Синтез Na, K, NH_4 солей синтетических нефтяных кислот и моно-, ди-, триэтаноламиновых комплексов и их влияние на поверхностное натяжение

Мамедханова Севиндж[1], Гарагозова Айсель[2]

[1,2] Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности,
[1,2] Кафедра «Химическая технология»,
[1] доцент, кандидат технических наук
[2] магистранта
Email: aiselqaragozova@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Данное исследование посвящено изучению синтеза натриевых (Na+), калиевых (K+), аммониевых (NH_4+) солей синтетических нефтяных кислот (СНК) и моно-, ди-, триэтаноламиновых комплексов. Целью является исследование влияния этих веществ на поверхностное натяжение и оценка их поверхностно-активных свойств. В процессе синтеза проводились реакции с такими веществами, как NaOH, KOH и NH_4OH, а также добавлялись комплексы моно-, ди- и триэтаноламина. Результаты показывают, что эти комплексы обладают свойствами поверхностно-активных веществ, существенно влияя на поверхностное натяжение. Зафиксировано снижение коэффициента поверхностного натяжения на 30–40%, что расширяет возможности их промышленного применения. Это исследование открывает новые перспективные направления в условиях растущего спроса на поверхностно-активные вещества и может проложить путь к их экологически безопасному применению.
Снижение поверхностного натяжения существенно различается в зависимости от сочетания различных химических веществ и их природы. В существующей литературе недостаточно исследований свойств комплексов SNT и этаноламина, а также того, как эти вещества изменяют поверхностное натяжение. Чтобы заполнить этот пробел, данное исследование было направлено на изучение синтеза синтетических нефтяных кислотных солей и комплексов этаноламина и их влияния на поверхностное натяжение.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0088

ON THE İNTERACTİON OF HALİDINE COMPLEXES OF BİXVALENT RHENİUM WİTH BENZYLAMİNE (A-AMİNOTOLUENE, (C_6H_5-CH_2-NH_2))

O.M.Gulalov[1], SH.İ.Kahramanova[2]

[1] Azerbaijan State Oil and Industry University, 16/21 Azadliq Ave, Baku omar.gulalov@mail.ru, ORCID: 0000-0003-0555-374X
[2] Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry named after Academician M. Nagiyev, AZ.1143, Republic of Azerbaijan, Baku city, H. Javid Ave., 113 sahnaz.qehremanova@mail.ru. ORCID: 0000- 0001-7955-4118

ABSTRACT

The article studies the interaction of pentavalent rhenium halide complexes with benzylamine. The ligand (α-aminotoluene, (C_6H_5-CH_2-NH_2)) used in the synthesis process has been reported to have a number of physicochemical properties. It has been noted that, due to its physical properties, it is well soluble in water, alcohol, ether, and benzene. It forms an azeotropic mixture with aniline, phenol, and m-cresol. According to its chemical properties, benzylamine is a strong base (K 2.35×10-5). In many of its properties, it is very close to aliphatic amines. Its N-alkyl derivatives, e.g. $C_6H_5CH_2NHR$, have been reported to be stronger bases. It has been established that benzylamine forms adducts with benzene (composition 1:3, melting point 15.3°C), p-cresol (1:1, melting point 6°C) and formic acid (1:1, melting point 81°C). It has been noted that it forms salts with solutions of carbonic and mineral acids. For example, monohydrochloride (melting point 260°C), sulfate (melting point 93°C), picrate (melting point 194°C), etc. can be cited. It absorbs CO_2 from the air to form a solid carbamate. The reaction of benzylamine with acetic acid produces N-acetylbenzylamine, nitrobenzylamines (8, 49 and 43% mixture of ortho-, meta- and para-isomers, respectively) are formed by nitration with HNO_3, and hexahydrobenzylamine $C_6H_{11}CH_2NH_2$ is obtained by catalytic hydrogenation. The composition and type of the compounds were determined using various analytical methods, including chemical, IR-spectral and X-ray phase methods. Thermogravimetric methods revealed that they decomposed at low temperatures and that in all cases the final solid phase product was rhenium metal, which combined with oxygen in the air to form rhenium oxide. In the thermogravigram of the benzylammonium pentabromo oxorenate $[C_6H_5$-CH_2-$NH_3]_2[ReOBr_5]$ complex, the complex began to decompose at 100°C. As can be seen, two benzylamine molecules and two hydrogen bromide molecules were separated at this time. It was determined that the thermal decomposition process of $[C_6H_5$-CH_2-$NH_3]_2[ReOBr_5]$ is very similar to the thermal decomposition process of $Re_2Cl_4(C_5H_7O_2)_2$. Thus, at the next stage of the thermal decomposition process of $[C_6H_5$-CH_2-$NH_3]_2[ReOBr_5]$, the complex was completely destroyed. The results obtained showed that the final product of the thermal decomposition process was the formation of metallic rhenium oxide.

Keywords: complex, analysis, synthesis, temperature, ligand, solution

INTRODUCTION

The scope of the chemistry of complex compounds of rhenium, which is located in the additional subgroup of the seventh group among the transition elements in the periodic table of D.I. Mendeleev, is wider and more diverse. This is because, unlike other transition elements, it can show oxidation states from –1 to +7 in its compounds. In addition, rhenium is superior to other metals due to its unusual physicochemical properties, high melting point (3180°C), corrosion resistance in various environments, etc. properties and is currently widely used in a number of important areas of modern technology.

Rhenium and a number of its complex compounds are used in the preparation of alloys for various purposes (heat, heat, corrosion-resistant, conductive, etc.), in the production of thermocouples, and also as effective catalysts in many processes. The fact that rhenium alloys with various metals, acids and alkalis have sufficient resistance to the effects of these and other aggressive environments creates wide opportunities for obtaining metal coatings from them that are resistant to these or other aggressive environments [1;2;3].

One of the most promising areas of use of rhenium is the production of thermocouples. Thus, thermocouples made using it can operate up to 2000°C and, unlike conventional platinum thermocouples, have a thermoelectric driving force 3-4 times higher[4;5].

Method

The ligand used in the synthesis process (α-aminotoluene, (C_6H_5-CH_2-NH_2)) has a number of physical and chemical properties. According to its physical properties, it is well soluble in water, alcohol, ether, benzene. It forms an azeotropic mixture with aniline, phenol, m-cresol.

According to its chemical properties, benzylamine is a strong base (K 2.35×10-5). According to its properties, it is close to aliphatic amines. Its N-alkyl derivatives, e.g. $C_6H_5CH_2NHR$, are stronger bases. Benzylamine forms adducts with benzene (composition 1:3, melting point 15.3^{o}C), p-cresol (1:1, melting point 6^{o}C), and formic acid (1:1, melting point 81^{o}C). It forms salts with solutions of carbonic and mineral acids, e.g., monohydrochloride (melting point 260^{o}C), sulfate (melting point 93^{o}C), picrate (melting point 194^{o}C). It absorbs CO_2 from the air to form solid carbamates. The reaction of benzylamine with acetic acid yields N-acetylbenzylamine, nitrobenzylamines (a mixture of 8, 49, and 43% ortho-, meta-, and para-isomers, respectively) from nitration with HNO_3, and hexahydrobenzylamine $C_6H_{11}CH_2NH_2$ from catalytic hydrogenation.

$$\mathbf{C_6H_5CH_2NH_2 + 2RBr \rightarrow C_6H_5CH_2NR_2 + 2HBr}$$

$$\mathbf{C_6H_5CH_2NR_2 + H_2 \rightarrow C_6H_5CH_3 + R_2NH}$$

Synthesis of benzylammonium pentachloro oxorhenate [C_6H_5-CH_2-NH_3]$_2$[$ReOCl_5$].

Potassium oxopentachlororhenate $K_2[ReOCl_5]$ was dissolved in 50 ml of hydrochloric acid (0.001) at 70°C in 10 mol/l hydrochloric acid. 0.3 grams (0.002 mol) of benzylamine (α-aminotoluene, (C_6H_5-CH_2-NH_2)) previously dissolved in 15 ml of acetone was added to the green solution obtained. The solution was filtered through a Schott filter and cooled to room temperature. After 2 hours, greenish-yellow crystals precipitated from the solution. The obtained crystals were filtered, washed several times with mother liquor and ether, and dried in a desiccator over sulfuric acid until constant mass.

$$K_2[ReOCl_5] + (C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}NH_2) \longrightarrow [C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}NH_3]_2[ReOCl_5] + 2KCl$$

Yield 92%.

Found, % Re=30.78; Br=52.08;

Calculated for C6H5-CH2-NH3]2[ReOCl5] % Re=30.29; Br=52.11; N=2.28

Synthesis of benzylammonium pentabromo oxorenate $[C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}NH_3]_2[ReOBr_5]$.

1 gram (0.001 mol) of potassium oxo pentabromorenate $K_2[ReOBr_5]$ was dissolved in 40 ml of 7 mol/l hydrobromic acid at 70-80°C with intensive stirring in a flask with a reflux condenser. The resulting pink solution was cooled to room temperature. Then 5 ml of benzylamine (α-aminotoluene, $(C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}NH_2)$) was added to the solution. The resulting solution was heated at 50-60°C for 30 minutes and allowed to crystallize. After approximately 35 minutes, brownish-yellowish crystals precipitated from the solution. The resulting crystals were filtered, washed several times with mother liquor and ether, and dried in a desiccator over sulfuric acid until constant mass.

$$K_2[ReOBr_5] + (C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}NH_2) \longrightarrow [C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}NH_3]_2[ReOBr_5] + 2KBr$$

Yield 92%.

Found, % Re=30.78; Br=52.08;

Calculated for $[C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}NH_3]_2[ReOBr_5]$ % Re=30.29; Br=52.11; N=2.28

Discussion of the results.

Laboratory analysis of the materials collected as a result of the studies shows that all complexes obtained in 10 mol/l HBr are of ionic type.

In order to determine the coordination nature of benzylamine in the synthesized substances and the thermal stability of the compounds, thermal decomposition processes were studied by the thermogravimetric method [6].

The thermal decomposition process of the studied complex compound is shown in Figure 1.

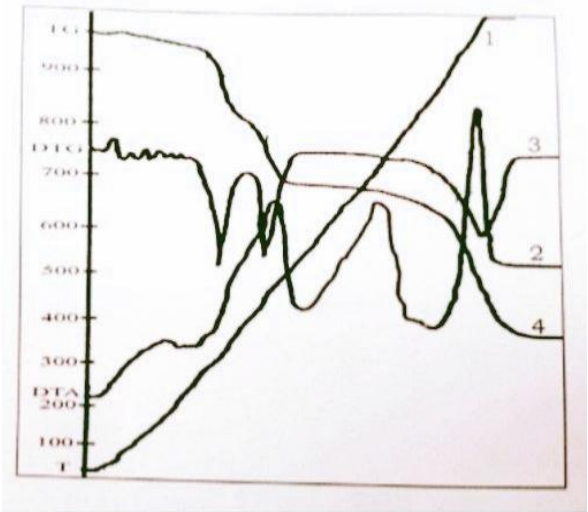
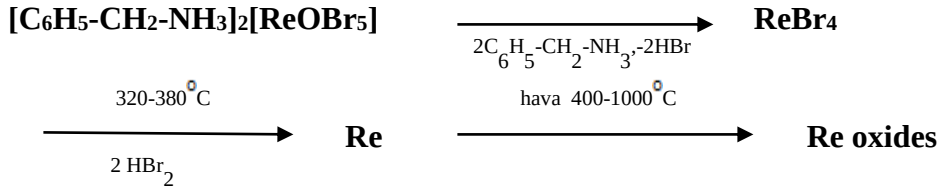


Figure: 1. Thermogravigram of $[C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}NH_3]_2[ReOBr_5]$.

6 mol/l HCl

In the thermogravimetric diagram of the benzylammonium pentabromo oxorenate $[C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}NH_3]_2[ReOBr_5]$ complex, the complex began to decompose at 100°C (DTA curve – Fig. 1). As can be seen, two benzylamine molecules and two hydrogen bromide molecules were separated at this time.

The thermal decomposition process of $[C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}NH_3]_2[ReOBr_5]$ is similar to the thermal decomposition process of $Re_2Cl_4(C5H7O2)2$. Thus, in the subsequent stage of the thermal decomposition process of $[C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}NH_3]_2[ReOBr_5]$, the complex was completely destroyed. The general scheme of the thermal decomposition process is described as follows. 100-320°C



The results obtained showed that the final product of the thermal decomposition process was the production of metallic rhenium oxide.

In addition, the benzylamine complex is also used in other fields. Among them, benzylamine is used as an intermediate in the production of cationic dyes and pharmaceuticals.

References

1. Efthimiadou ElineK., SanakisYiannis., Katsaros Nikos., Karaliota Alexandra., Psomas George. Transition metal complexes with the quinolone antibakterial agent pipemidik acid: Synthesis, characterization and biological activity/Polyhedron , 2007, т.26,N 5,стр.1148-1158
2. Gad A.A.M., Taha G.M.H., Arifien A.E., Zoromba M.Sh. Physicochemikal studies on some metal chelates of cyclodiphosphazene and triourea monophosphazane derivatives/ Phosph.,Sulfur, and Silicon and Relat. Elem, 2007, т .182,N 10, стр.2425-2438
3. G.Morqan, G.R.Davis J. Chem. Sos., 1858 (1938)
4. Ж. неорган. химия, 4, 215, (1962). Г.К.Бабешкина, В.Г.Тронев.
5. Османов Н.С., Аббасова Т.А., Гюлалов О.М., и др. Синтез и исследование ацетилацетонатных комплексов рения(III) со связью металл-металл // Азербайджанский химический журнал, 2005, № 4, с. 178-181.
6. Ö.M.Gulalov, Ş.İ.Qəhrəmanova, G.Əliyeva, F.Rəhimova, N.M.Şixəliyeva, P.V.Əliyeva Beşvalentli reniumun halogenidli komplekslərinin paranitroanilinlə ($NO_2\text{-}C_6H_4\text{-}NH_3$) qarşılıqlı təsiri haqqında. Beynəlxalq konfrans 25-26 aprel 2024-cü il, Bakı, Azərbaycan

BEŞVALENTLİ RENİUMUN HALOGENİDLİ KOMPLEKSLƏRİNİN BENZİLAMİNLƏ (α-aminotoluol, (C_6H_5-CH_2-NH_2)) QARŞILIQLI TƏSİRİ HAQQINDA

Ö.M.Gülalov[1][0000-0003-0555-374X], **Ş.İ.Qəhrəmanova**[2] [0000- 0001-7955-4118]
[1]***Azerbaijan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti 16/21 Azadlıq prospekti, Bakı***
omar.gulalov@mail.ru,
[2]Akademik M.Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutu, AZ.1143, Azərbaycan Respublikası, Bakı şəhəri, H.Cavid pr., 113
sahnaz.qehremanova@mail.ru.

XÜLASƏ:
Məqalədə beşvalent renium halid komplekslərinin benzilaminlə qarşılıqlı əlaqəsi öyrənilir. Sintez prosesində istifadə olunan liqandın (α-aminotoluen, (C_6H_5-CH_2-NH_2)) bir sıra fiziki-kimyəvi xassələrə malik olduğu bildirilmişdir. Qeyd edilmişdir ki, fiziki xassələrinə görə suda, spirtdə, efirdə və benzolda yaxşı həll olunur. Anilin, fenol və m-kresol ilə azeotrop qarışıq əmələ gətirir. Kimyəvi xassələrinə görə benzilamin güclü əsasdır (K 2.35×10-5). Bir çox xüsusiyyətlərinə görə alifatik aminlərə çox yaxındır. Onun N-alkil törəmələri, məs. $C_6H_5CH_2NHR$, daha güclü əsaslar olduğu bildirildi. Müəyyən edilmişdir ki, benzilamin benzol (tərkibi 1:3, ərimə temperaturu 15,3^oC), p-krezol (1:1, ərimə temperaturu 6^oC) və qarışqa turşusu (1:1, ərimə temperaturu 81^oC) ilə əlavələr əmələ gətirir. Karbon və mineral turşuların məhlulları ilə duzlar əmələ gətirdiyi qeyd edilmişdir. Məsələn, monohidroxlorid (ərimə temperaturu 260^oC), sulfat (ərimə temperaturu 93^oC), pikrat (ərimə temperaturu 194^oC) və s. O, bərk karbamat əmələ gətirmək üçün havadan CO_2-ni udur. Benzilamin ilə sirkə turşusu reaksiyası nəticəsində N-asetilbenzilamin əmələ gəlir, HNO_3 ilə nitrasiya yolu ilə nitrobenzilaminlər (müvafiq olaraq 8, 49 və 43%-lik orto-, meta- və paraizomerlərin qarışığı) əmələ gəlir, heksahidrobenzilamin $C_6H_{11}CH_2NH_2$ isə hidrogenləşmə yolu ilə alınır. Birləşmələrin tərkibi və növü müxtəlif analitik üsullardan, o cümlədən kimyəvi, IR-spektral və rentgen faza üsullarından istifadə etməklə müəyyən edilmişdir. Termoqravimetrik üsullar onların aşağı temperaturda parçalandığını və bütün hallarda son bərk faza məhsulunun renium metalı olduğunu, onun havadakı oksigenlə birləşərək renium oksidini əmələ gətirdiyini aşkar etdi. Benzilammonium pentabromo oxorenat [C_6H_5-CH_2-NH_3]$_2$[$ReOBr_5$] kompleksinin termoqrafiqramında kompleks 100°C-də parçalanmağa başladı. Göründüyü kimi, bu zaman iki benzilamin molekulu və iki hidrogen bromid molekulu ayrılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, [C_6H_5-CH_2-NH_3]$_2$[$ReOBr_5$]-in termik parçalanma prosesi $Re_2Cl_4(C_5H_7O_2)_2$-nin termik parçalanma prosesinə çox oxşardır. Beləliklə, [C_6H_5-CH_2-NH_3]$_2$[$ReOBr_5$]-in termik parçalanması prosesinin növbəti mərhələsində kompleks tamamilə məhv edilmişdir. Alınan nəticələr göstərdi ki, termal parçalanma prosesinin son məhsulu metal renium oksidinin əmələ gəlməsidir.

О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ГАЛИДИННЫХ КОМПЛЕКСОВ ДВУХВАЛЕНТНОГО РЕНИЯ С БЕНЗИЛАМИНОМ (α-аминотолуолом, (C_6H_5-CH_2-NH_2))

О.М.Гюлалов[1] [0000-0003-0555-374X], **Ш.И.Кахраманова**[2] [0000-0001-7955-4118]

[1]Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, г. Баку, пр. Азадлыг, 16/21
omar.gulalov@mail.ru,

[2]Институт катализа и неорганической химии имени академика М. Нагиева, AZ.1143, Республика Азербайджан, г. Баку, пр. Г. Джавида, 113
sahnaz.qehremanova@mail.ru.

РЕЗЮМЕ

В статье изучается взаимодействие комплексов галогенидов пятивалентного рения с бензиламином. Сообщается, что лиганд (α-аминотолуол, (C_6H_5-CH_2-NH_2)), используемый в процессе синтеза, обладает рядом физико-химических свойств. Отмечено, что благодаря своим физическим свойствам он хорошо растворяется в воде, спирте, эфире и бензоле. Образует азеотропную смесь с анилином, фенолом и м-крезолом. По своим химическим свойствам бензиламин является сильным основанием (K 2,35×10-5). По многим своим свойствам он очень близок к алифатическим аминам. Сообщается, что его N-алкильные производные, например $C_6H_5CH_2NHR$, являются более сильными основаниями. Установлено, что бензиламин образует аддукты с бензолом (состав 1:3, температура плавления 15,3°C), п-крезолом (1:1, температура плавления 6°C) и муравьиной кислотой (1:1, температура плавления 81°C). Отмечено, что он образует соли с растворами угольной и минеральных кислот. Например, можно назвать моногидрохлорид (температура плавления 260°C), сульфат (температура плавления 930C), пикрат (температура плавления 194°C) и т. д. Он поглощает CO_2 из воздуха, образуя твердый карбамат. Реакция бензиламина с уксусной кислотой дает N-ацетилбензиламин, нитробензиламины (8, 49 и 43% смеси орто-, мета- и пара-изомеров соответственно) образуются при нитровании с HNO_3, а гексагидробензиламин $C_6H_{11}CH_2NH_2$ получается каталитическим гидрированием. Состав и тип соединений были определены с использованием различных аналитических методов, включая химические, ИК-спектральные и рентгенофазовые методы. Термогравиметрические методы показали, что они разлагаются при низких температурах и что во всех случаях конечным твердофазным продуктом был металлический рений, который соединялся с кислородом воздуха с образованием оксида рения. На термограмме комплекса пентабромоксорената бензиламмония [C_6H_5-CH_2-NH_3]$_2$[$ReOBr_5$] комплекс начинал разлагаться при 100°C. Как видно, в это время разделились две молекулы бензиламина и две молекулы бромистого водорода. Было определено, что процесс термического разложения [C_6H_5-CH_2-NH_3]$_2$[$ReOBr_5$] очень похож на процесс термического разложения $Re_2Cl_4(C_5H_7O_2)_2$. Таким образом, на следующем этапе процесса термического разложения [C_6H_5-CH_2-NH_3]$_2$[$ReOBr_5$] комплекс был полностью разрушен. Полученные результаты показали, что конечным продуктом процесса термического разложения было образование металлического оксида рения.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0094

EP-300 QURĞUSUNUN KUB QALIĞININ ZƏNGİNLƏŞDİRİLMƏSİ VƏ ONDAN ÜÇLÜ ETİLİDEN-NORBORDEN SOPOLİMERİ ƏSASINDA KOMPOZİSİYALARIN HAZIRLANMASINDA MODİFİKATOR KİMİ İSTİFADƏ

[1]Ş.Z. Göyüşov, [2]N.A.Şahverdiyeva, [3]Z.H. Qədirova

[1,2,3]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Azadlıq 20

[1] Texnika üzrə fəlsəfə doktoru shahin.shg@gmail.com, ORCİD: 0000-0001-9828-9524
[2] ORCİD: 0009-0002-3165-5010
[3] ORCİD: 0009-0007-8189-7305

XÜLASƏ

Respublikamızda çoxlu sayda polimer materiallar və bunların da əsasında kompozit məhsullar istehsal edilir. Ölkəmizdə neft-kimya və üzvi sintez məhsullarına tələbatın artması istehsal proseslərində yan məhsulların əmələ gəlməsinə də səbəb olur. Digər tərəfdən də günü-gündən tələbat artan kompozit materialların keyfiyyətinin artırılması da hər zaman əsas məsələ olaraq qalmaqdadır. Etiliden-norborden sopolimerinin bir çox sənaye əhəmityyətli məhsullarının istehsalında istifadəsi mümkündür. Kabellərin hazırlanmasında, ozona dayanıqlı, dielektrik məhsulları, ayaqqabı istehsalı və başqa məhsulların istehsalında əsas xammal kimi istifadə edilir. Marka olaraq etiliden-norborden sopolimeri əsasında hazırlanmış kompozisiyalar özlülüklərinin müxtəlifliyinə əsasən fərqli çeşidlərdə istehsal olunur. Bu kompozit materiallarına tələbatın artmasının səbəbi, sözügedən sopolimerin bir çox yaxşı xüsusiyyətlərinin, o cümlədən iqtisadi cəhətdən əlverişli istehsal sahəsinin olmasıdır ki, buna səbəb, xammal mənbəyinin ucuz olmasıdır. Ancaq əlverişli istehsalının olmasına rəğmən, Etiliden-norborden sopolimerinin tətbiq sahələrini əngəlləyən bəzi mənfi cəhətləri də mövcuddur. Belə ki, Etiliden-norborden sopolimerinin başqa kauçuklarla birlikdə istifadə edilməsinin çətinliyi və müxtəlif metallarla əlaqəsinin pis olmasıdır.. Ona görə ki, həmin sopolimerdə doymamış rabitələrin kasadlığıdır. Sadalanan mənfi cəhətlərə əsasən həmin sopolimer əsasında hazırlanmış kompozisiyaların istifadə sahəsi lazım olan qədər əhatəli deyil. Tətbiqinə maneçilik törədən xüsusiyyətlərinin aradan qaldırılması üçün kompozit materiallarda istifadə olunan modifikatorların hazırlanması priotitet məsələ kimi hal-hazırda da gündəmdədir. Sənayedə istehsalı nəzərdə tutulam modifikatorların hazırlanmasının da bir sıra çətinliklər meydana gəlir. Yəni kompozit materialların xassələrini yaxşılaşdıran modifikatorlara qoyulan tələblərə tam olaraq cavab verməlidir. Hazırlanması üçün ucuz xammaldan, əsasən də yan məhsullardan istifadə olunması mühüm məsələlərdəndir.

SOCAR-ın Azərikimya" İstehsalat Birliyinin nəzdində fəaliyyət göstərən EP-300 qurğusunda kub qalığı kimi əsas məhsulun 4-6%-i qədər əmələ gələn ağır piroliz qatranından istifadə edilərək yüksək keyfiyyətli, çoxfunksiyalı modifikatorların əldə edilməsi və onun da etiliden-norborden sopolimeri əsasında hazırlanmış kompozit materialların çatışmayan cəhətlərinin aradan qaldırılmassında modifikator olaraq istifadə edilməsi elmi-tədqiqat işində işlənib hazırlanaraq tədqiq edilmişdir. İstifadəsiz yığılaraq qalan yan məhsulun zənginləşdirilərək ondan modifikator kimi istifadə edilməsi iqtisadi və eləcə də ekoloji cəhətdən olduqca aktual

olduğunu göstərir.

Açar sözlər: *ağır piroliz qatranı, zənginləşdirmə, etiliden norborden sopolimeri, modifikator, kompozit materiallar, plastifikasiya, vulkanizasiya, EP-300 qurğusu.*

Giriş

Neft emalı və neft-kimya istehsalı sahələrində əmələ gələn kub qalıqları və yan məhsulların çox olması və onlardan da düzgün istifadə olunması həmişə maraq dairəsində olmuşdur. Bunun üçün də praktiki cəhətdən maraqlı və eləcə də iqtisadi cəhətdən əlverişli yeni texnologiyaların işlənilməsinə maraq və tələbat durmadan artmaqdadır. Son zamanlarda neft emalı və neft-kimya sahələrində əmələ gələn ağır neft qalıqlarına və onların emalı üçün müasir standartlara cavab verən effektiv texnologiyaların inkişaf etdirilməsi problemləri hər zaman diqqət mərkəzində olmuşdur. Buna əsas səbəb zaman keçdikcə neft hasilatının azalmasını və buna görə də başqa xammalların da maraq dairəsinə daxil olmasını misal göstərmək yerinə düşər. Adı çəkilən məhsullardan nümunə olaraq piroliz prosesinin maye məhsulları olan və yan məhsul kimi əmələ gələn kub qalığını misal çəkmək olar[9]. Tədqiqat işində xammal kimi istehsalı üçün münasib xammal mənbələrinə malik olan, lakin sənayedə tətbiq edilməsi üçün bəzi çatışmayan cəhətləri olan etiliden-norborden və Azərbaycan Respublikası Dövlət Neft Şirkəti-nin (SOCAR) nəzdində, Sumqayıt şəhəri "Azərikimya" İstehsalat Birliyinin tərkibində fəaliyyət göstərən "Etilen-Polietilen" zavodunda EP-300 qurğusunda yan məhsul olaraq əmələ gələn və hələ də istifadə sahəsi olmayan ağır piroliz qatranı tədqiq edilərək öyrənilmişdir [7,8, 11-15]. Sonra isə ağır piroliz qatranı zənginləşdirilərək etiliden-norborden sopolimeri əsasında hazırlanmış kompozisiyaların fiziki-mexaniki xassələrinin yaxşılaşdırılmasında modifikator kimi istifadə edilmişdir ki, bu da adı çəkilən sopolimerin əsasında hazırlanmış kompozitlərin digər kauçuklarla birgə istifadəsi və metallarla əlaqə möhkəmliyi təmin edilmiş olur. [4].

Məqsəd

Aparlımış tədqiqat işində əsas məqsəd, ucuz alınma mənbələrinə malik olan, keltan markalı etiliden- norbarden sopolimerinin əsasında hazırlanmış kompozit materialların sənayedə tətbiq edilməsinə mane olan çatışmayan cəhətlərinin aradan qaldırılması üçün, EP-300 qurğusunun kub qalığının zənginləşdirilərək modifikator kimi istifadə edilməsidir. Bunun üçün əvvəlcə kub qalığı tədqiq edilərək tərkibindəki modifikasiyaya mane olan komponentləri ayıraraq ondan müxtəlif nisbətlərdə keltan əsasında hazırlanmış kompozit materiala əlavə edərək modifikatorun optimal nisbətlərini öyrənmək qarşıya məqsəd kimi qoyulmuşdur. Qeyd edilənlər həyata keçirildiyi təqdirdə keltan əsasında hazırlanmış kompozisiyaların mənfi xüsusiyyətlərindən sayılan metallarla əlaqə möhkəmliyi və digər kauçuklarla uyğunlaşması xassələrinin yaxşılaşması təmin edilmiş olar. Belə olduğu təqdirdə etiliden-norbarden sopolimerinin əsasında hazırlanmış kompozit materialının sənayedə tətbiq edilməsi reallaşa bilər.

Metodlar

Kub qalığının tədqiqi və zənginləşdirilməsi.

SOCAR-ın nəzdində olan Azərikimya" İstehsalat Birliyinin EP-300 qurğusunda əsas məhsulun 4-6 % miqdarında əmələ gələn kub qalığının tərkibi tədqiq olunaraq öyrənilmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, kub qalığının tərkibi piroliz prosesi üçün xammal olaraq götürülən aşağı oktan ədədinə malik olan birbaşa qovulmuş benzinə əsasən sabit deyil. Kub qalığı sayılan

qatranın tərkibi Markusson üsulunun tətbiq edilməsinə əsasən öyrənilmişdir[1].

Qatran tədqiq edilməzdən əvvəl tərkibində olan əlavə mexaniki və digər qarışıqlar ayrılır. Sonra isə 50,0 qram nümunə götürülərək 500 ml qaynama temperaturu 40-80 °C olan neft efirində həll edilərək 24 saat qaranlıqda saxlanılır və sonra kiçik məsaməli filtr kağızından süzülür və filtr kağızında qalan məhsul 1 sutka eksikatorda saxlanılaraq sabit çəki alınanadək qurudulur (1). Sonra (1) məhsulunda efirlə birlikdə yağlar və xüsusi qatranlar qalır[1]. Yağ-qatran qarışığı Sokslet cihazındakı sifon borudan rəngsiz maye axanadək neft efiri vasitəsilə təxminən 60 dəqiqə müddətində ekstraksiya olunur ki, nəticədə kub qalığının tərkibindən ayrılan qatran Soksletin yuxarı hissəsindəki universal silikogelə hopur. Silikogelin üzərinə hopmuş qatran həmin qaydada Sokslet qurğusunda 1:4 nisbətində spirt-benzol məhlulunda 30 dəqiqə müddətində ekstraksiya edilir . Nəhayət yağlar Soksletdəki neft efirdə (2), qatranlar isə spirt-benzol məhluluna (3) keçmiş olur. Daha sonra filtr kağızındakı asfaltenlər və karben-karboidlərin üzərinə qaynar benzol əlavə olunur və asfaltenlər benzolun tərkibinə keçir (4), karben-karboidlər isə filtr kağızında (4) qalmış olur. Nəhayət hər 1, 2 və 3-cü məhlullar distillə olunur. Qalan komponentlər və filtr kağızında qalmış karben-karboidlər (4) 0,00001 qram dəqiqliklə çəkilib maddi balans tərtib edilir.

Kub qalığının komponent tərkibi Cədvəl 1-də göstərilmişdir.

Cədvəl 1. Kub qalığının komponent tərkibi

50 q kub qalığının komponentləri	**Miqdar**	
	q	***%***
Yağlar	37,876	75,752
Xüsusi qatranlar	6,4421	12,8842
Asfaltenlər	4,5592	9,11184
Karben-karboidlər	0,0013	0,0026
Cəm	48,8786	97,75064
İtki	1,1214	2,24936

Cədəl 1-də göstərilən nəticələrə diqqət yetirildikdə belə nəticəyə gəlmək olar ki, xüsusi qatranlar və əsasən də yağların yan məhsul sayılan kub qalığında miqdarının çox olması [3,9] kompozitin materialların homogen sistem halına salınmasını asanlaşdırır.

Keltan əsasında kompozitin hazırlanması

Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində məlum olmuşdur ki, kub qalığının tərkibində mövcud olan asfaltenlər və karben-karboid qarışığı (4) keltan əsasında hazırlanmış kompozit materialların hazırlanmasında bircinsli fazanın əmələ gəlməsini ləngidir. Keltanın özlülüyü yüksək olduğundan onun emal prosesi çətinləşir. Bu səbəbdən də kub qalığı modifikator olaraq istifadə edilməzdən əvvəl məlum Markusson üsulunu tətbiq etməklə zənginləşdirilərək (5) asfaltenlər və karben-karboidlərdən azad edilir. Kub qalığının zənfinləşdirilməsində əsas səbəb, onun qzülülüyünun azaldılaraq nisbətən durulaşmasıdır. Zənginləşdirilmiş kub qalığı (5) keltan əsasında hazırlanması nəzərdə tutulan kompozit materiala fərqli nisbətlərdə əlavə edilməklə kompozitin özlülüyü əhəmiyyətli dərəcədə azalaraq yumşalır və onun emalı prosesi daha tez başa çatır ki, nəticədə plastikləşmə prosesinin nisbətən aşağı temperaturda aparılması təmin edilmiş olur. Belə olduqda enerjiyə və vaxta qənaət edilmiş olar.

Kompozitin hazırlanması prosesi vərdənə cihazında aparılır ki, bu zaman qarışma nəticəsində sürtünmə qüvvəsinin təsirinə əsasən 40-60°C temperatur alınır və bu zaman özlülük aşağı düşür. [10,11]. Daxili əlaqələrin zəifləməsi ilə əlaqədar kompozisiyanın homogen faza halına düşməsi prosesi əhəmiyyətli dərəcədə tezləşir ki, buna səbəb kub qalığının özünün zənginləşdirilməsi nəticəsində özlülüyünün azalmasıdır.

Kompozisiyanın hazırlanması zamanı lazım olan komponentlər (raptaks, stearin turşusu, kükürd və s) hər biri 2-3 dəqiqə qarışdıqdan sonra sistemə verilildiyi halda modifikator olaraq zənginləşdirilmiş kub qalığının təsirindən qarışmanın müddəti 1.9-2.6 dəqiqə olur.. Texniki karbonun qarışıqda faizlə miqdarı çox olduğuna görə o fərqli olaraq, sistemə 15 dəqiqə ərzində verildiyi halda modifikator tətbiq edildikdən sonra bu müddət 13-14 dəqiqəyədək azalır. Nəhayət kompozit material vulkanizasiya prosesinə göndərilməsi üçün hazır məhsul kimi 2-2.5 mm qalınlığında lay şəklində vərdənədən ayrılır [2,3,5].

Cədvəl 2-də keltan əsasında hazırlanmış kompozisiyalara müxtəlif nisbətlərdə kub qalığı əlavə edilməsi verilib.

Cədvəl 2. Keltan markalı üçlü etiliden-norborden sopolimerinin zənginləşdirilmiş kub qalığı ilə qarışığı əsasında hazırlanmış kompozitlərin müqayisəsi

N:	Qarışığın şifri / Komponentlər	1	2	3	4	5	6
1	***Keltan 9650Q***	100	100	100	100	100	100
2	***Kub qalığı***	-	2,0	4,0	6,0	8,0	10
3	***Stearin turşusu***	1,0	-	-	-	-	-
4	***Tiuram***	1,5	-	-	-	-	-
5	***Raptaks***	0,5	-	-	-	-	-
6	***ZnO***	5,0	-	-	-	-	-
7	***Texniki karbon***	50,0	-	-	-	-	-
8	***Kükürd***	2,0	-	-	-	-	-
	Cəmi	110	112	114	116	118	120

Hazırlanmış kompozit materiallar 4; 6; 8 saat saxlanıldıqdan sonra istehsal müəssisəsinə vulkanlaşmaya göndərilir. Vulkanizasiya prosesi 155 °C temperaturda, 30 dəqiqə, 6-8 atmosfer təzyiqdə aparılır. Vulkanlaşman prosesinin aparılmasında əsas səbəb proses zamanı molekuldaxili tikilmə getdiyi üçün kompozitin plastik haldan elastiki hala keçməsinin təmin edilməsidir. Keltan əsasında hazırlanmış kompozit materiallar vulkanlaşdırıldıqdan sonra tədqiq edilərək alınmış nəticələr cədvəl 3-də göstərilib.

Cədvəl 3. Vulkanizasiyadan sonra zənginləşdirilmiş kub qalığınınn keltan əsasında kompozisiyaların fiziki-mexaniki xassələrinə təsiri

	Qarışığın şifri / Göstəricilər	1	2	3	4	5	6
1	Qırılmada möhkəmlik həddi,MPa	21,9	22,9	23,0	22,7	21,9	21,1
2	100% uzanmada şərti gərginlik,MPa	4,2	4,5	4,3	4,1	4,0	3,8
3	300% uzanmada şərti gərginlik,MPa	14,8	15,4	15,2	15,0	14,8	14,6
4	Nisbi uzanma, %	410	430	445	452	460	457
5	Nisbi qalıq deformasiya,%	13,8	14,1	13,9	13,8	14,0	14,2
6	Cırılmaya müqavimət, kN/m	35,3	36,5	37,3	38,4	39,6	38,2

7	TM-ə üzrə bərklik, ş.v	72	72,0	71,8	71,2	70,8	70,1
8	Arxaya sıçrama üzrə elastiklik,%	42	43,0	43,1	42,5	42	41,5
9	393K temperaturda 100 saat müddətində saxladıqdan sonra istilikdən qocama əmsalları *Fp* üzrə *Ep* üzrə	 0,83 0,44	 0,84 0,46	 0,85 0,48	 0,85 0,48	 0,82 0,49	 0,80 0,50
10	Çoxdəfəli dartılma deformasiyada yorulmaya davamlılıq(Edin=200%, V= 250 dövr/dəq, T=296 K) (min dövr).	1,950	2,350	2,620	2,810	2,700	4,25
11	296K temperaturda 480 saat müddətində şişmə dərəcəsi ,% Benzin	88	87,1	88,2	88,8	89,2	90,1

Cədvəl 3-də verilənlərdən belə nəticəyə gəlmək olar kii, keltan əsasında hazırlanmış kompozisiyalara modifikator olaraq müxtəlif nisbətlərdə zənginləşdirilmiş kub qalığı əlavə edilərək onun mənfi xüsusiyyətləri əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşır. Belə olduqda etiliden-norborden sopolimerinin sənayedə tətbiq sahələrinin genişlənməsi təmin edilmiş olar[6].

Nəticə

1. SOCAR-ın Azərkimya İstehsalat Birliyinin Etilen-polietilen zavodunda yan məhsul olaraq əmələ gələn kub qalığı tədqiq edilərək tərkibi təsdiq edilmişdir. Kub qalığının tərkibindəki asfalten və karben-karboidlər zənginləşdirilərək ayrılmışdır ki, nəticədə kub qalığının özlülüyü kəskin aşağı düşmüşdür.
2. Ucuz alınma mənbələri olan Etiliden-norborden sopolimeri əsasında hazırlanmış lakin, bəzi mənfi xüsusiyyətlərinə görə tətbiq sahəsi məhdud olan kompozit materiallarının çatışmayan cəhətlərini aradan qaldırmaq üçün zənginləşdirilmiş kub qalığından müxtəlif nisbətlərdə modifikator kimi istifadə edilərək öyrənilmişdir.
3. Həyata keçirilmiş tədqiqat işlərinin nəticəsində Keltan markalı etiliden-norborden sopolimeri əsasında hazırlanmış kompozitlərə tərəfimizdən hazırlanmış zənginləşdirilmiş kub qalığı modifikator olaraq əlavə edildikdə kompozitin homogen sistem halına salınması əhəmiyyətli dərəcədə tezləşərək, qarışmanın müddəti 2.5-3 dəqiqəyə qarşı 1.9-2.4 olmuşdur. Əldə edilən nəticələrdən məlum olur ki, plastifikasiya prosesinin sürətlənməsi enerjiyə qənaət edilməsini təmin etmiş olar.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Ş.Z.Göyüşov “Neft-kimya istehsalatları qalıqlarından fenantrenin ayrılması və onun əsasında sintezlər” Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri, 2017, vol.9.№1
2. Əmirov F.Ə.Plastik kütlələrin və elastomerlərin emalının nəzəri əsasları.B.:ADNA, 2006, 193s.
3. Goyushov Sh.Z., Hasanli R.Sh. Investigation of properties and based on kompositions of styrenebutadiene rubber modified with choloromethylated heavy pyrolysis resin. Modern sciense İnternational scientific. Moskva. № 04(3), 20. 04.mart, 2020.s.380-384
4. Баженов С.Л. Механика и технология композиционных материалов. М.: Химия, 2014, 325 с.
5. И.Г.Мовлаев Н. И. Курбанова, З. Н. Гусейнова “Модификация бутадиенстирольного эластомера вхлорэтиловым эфиром трихлоруксусной кислоты”, Kimya və Neftkimyası 2005 №2.
6. Ш.З. Геюшов “Выделение фенантрена из отходов нефтехимических производств и

синтезы на его основе.” Ekoenergetika Elmi-Texniki Jurnal. .№1, 2019, стр. 38-42.
7. Баженов С.Л. Механика и технология композиционных материалов. М.: Химия, 2014, 325с.
8. Ф.М.Садыгов, З.К.Магеррамова, Г.Н.Гаджиев, Н.И.Гейдарлы, Г.Г.Гасанзаде, И.Г.Мамедова, Н.С.Садыгова “Сочетание технологического режима пиролиза и качественного состава тяжелой смолы” Azərbaycan kimya jurnalı №4 2016.
9. Hikmat J.Ibrahimov, Gulnar F.Gasimova, Zemfira M.İbrahimova, Aysha B.Hasanova, Sevine M.Alasgarova, Elvin S.Jafarli, Musa I.Rustamov, Aslan V.Aliyev “The study of dealkylation of alkylnaphthalene in the heavy pyrolyzed tar to naphthalene” Process of petrochemistry and oil-refining, 2017, vol. 18, №3, pp.306-315.
10. Ш.З.Геюшов, Агаева М.А., Мовлаев И.Г., “Композиция на основе бутадиен-стирол каучука модифицированный с обогащенной тяжелой пиролизной смолой пиролизной смолой.” Modern sciense İnternational scientific journal. Moskva, № 05(2),9 стр. 182-186
11. Fakhraddin V. Yusibov, Zaur Z. Aghamaliyev, Sevinj R. Namazova, Emil A. Aydinsoy. Mathematical modelling and optimisation of delayed coking unit operation. Processes of Petrochemistry and Oil-Refining (PPOR), Baku, 2025, Vol. 26, No. 1, 2025, pp.160-177.
12. Mammadov Z.A., Aliyev G.A., Alkhasli E.A., Abbasov V.B., Amirli F.A., Aghamaliyev Z.Z. Cognizance of Contemporary Industrial Techniques in Benzene Production. Selected Proceedings of the International Conference “Modern Problems of Macromolecular Compound Technology”, Processes of Petrochemistry and Oil Refining (PPOR), Special issue (No. 1), 2024, pp.54-64.
13. Alekperova I.I., Aghamaliyev Z.Z., Jafarov R.P., Mukhtarova G.S., Rasulov Ch.K. Optimization of the cycloalkylation reaction of para-cresol with 1-methylcyclohexene in the presence of phosphorose-containing zeolite. News of Azerbaijan Higher Technical Educational Institutions. 2022. Vol.24, № 1, p. 106-110.
14. Aghamaliyev Z.Z. Production and properties of surface-active compositions based on oxyetized nonylphenol and alkylymidazolines. Processes of Petrochemistry and Oil Refining, Baku. 2021. Vol.22, No. 1, p. 50-57.
15. Vaqif H. Mirzoyev, Vagif M. Abbasov, Chingiz K. Rasulov, Zaur Z. Aghamaliyev, Rena Z. Bagirzade, Emin A.Majidov. Selective catalytic alkylation and cycloalkylation of phenol with alkyl- and alkenylcyclohexenes. Processes of Petrochemistry and Oil Refining, 2017, Vol.18, No.4, pp.341-350.

Enrichment of the Column Residue of the EP-300 Unit and Its Use as a Modifier in the Preparation of Composites Based on Ternary Ethylidene-Norbornene Copolymer

[1]Sh.Z. Goyushov[0000-0001-9828-9524] , [2]N.A.Shahverdiyeva [0009-0002-3165-5010] , [3]Z.H. Gadirova [0009-0007-8189-7305]

[1,2,3]Azerbaijan State Oil and Industry University, Azadliq 20
[1]PhD in Engineering shahin.shg@gmail.com

ABSTRACT

In our republic, a significant number of polymer materials and composite products based on these materials are produced. The increasing demand for petrochemical and organic synthesis products in our country also leads to the formation of by-products in production processes. On the other

hand, improving the quality of composite materials, which are in growing demand, remains a key issue. Ethylidene-norbornene copolymer can be used in the production of various industrially significant products. It serves as a primary raw material in the manufacturing of cables, ozone-resistant dielectric products, footwear, and other goods. Compositions based on ethylidene-norbornene copolymer are produced in different varieties depending on their viscosity. The increasing demand for these composite materials is attributed to the many advantageous properties of the mentioned copolymer, including its cost-effective production, which is made possible by the availability of inexpensive raw materials. However, despite its favorable production conditions, ethylidene-norbornene copolymer has certain drawbacks that limit its application. One of the key issues is the difficulty of using it together with other rubbers and its poor interaction with various metals. This is due to the deficiency of unsaturated bonds in the copolymer. As a result of these shortcomings, the application of composites based on this copolymer is not as extensive as desired. To overcome the limiting properties of this material, the development of modifiers used in composite materials remains a priority issue. However, the industrial production of these modifiers presents several challenges. The modifiers must fully meet the required standards for improving the properties of composite materials. One of the critical aspects of their production is the use of inexpensive raw materials, particularly by-products. In the EP-300 unit operating under SOCAR's "Azerikimya" Production Association, a high-quality, multifunctional modifier has been developed through the utilization of heavy pyrolysis tar, which is a by-product amounting to 4-6% of the main product in the form of a column residue. This modifier has been scientifically researched and developed for use in improving the deficiencies of ethylidene-norbornene copolymer-based composite materials. The enrichment and repurposing of this unused by-product as a modifier demonstrate significant economic and environmental benefits.

Keywords: *heavy pyrolysis tar, enrichment, ethylidene-norbornene copolymer, modifier, composite materials, plasticization, vulcanization, EP-300 unit.*

Обогащение остатка колонны установки ЭП-300 и его использование в качестве модификатора при получении композитов на основе тройного сополимера этилена и норборнена

Ш.З.Геюшов[0000-0001-9828-9524], Н.А.Шахвердиева [0009-0002-3165-5010], З.Х.Гадирова [0009-0007-8189-7305]

[1]Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Азадлыг 20
[1]shahin.shg@gmail.com

РЕЗЮМ

В нашей республике производится множество полимерных материалов и композиционных изделий на их основе. Растущий спрос на продукцию нефтехимии и органического синтеза в нашей стране также приводит к образованию побочных продуктов в производственных процессах. С другой стороны, ключевым вопросом остается повышение качества композитных материалов, спрос на которые постоянно растет. Сополимер этилиден-норборнена может быть использован в производстве различных промышленно значимых изделий. Он служит основным сырьем при производстве кабелей, озоностойких диэлектрических изделий, обуви и других товаров. Композиции на основе сополимера

этилиден-норборнена выпускаются в различных вариантах в зависимости от их вязкости. Растущий спрос на эти композитные материалы обусловлен многими выгодными свойствами указанного сополимера, в том числе его экономичностью производства, что обеспечивается доступностью недорогого сырья. Однако, несмотря на благоприятные условия производства, сополимер этилиден-норборнен имеет определенные недостатки, ограничивающие его применение. Одной из основных проблем является сложность его использования с другими каучуками и плохое взаимодействие с различными металлами. Это связано с дефицитом ненасыщенных связей в сополимере. В результате этих недостатков применение композитов на основе этого сополимера не столь обширно, как хотелось бы. Для преодоления предельных свойств этого материала разработка модификаторов, используемых в композиционных материалах, остается приоритетной задачей. Однако промышленное производство этих модификаторов сопряжено с рядом проблем. Модификаторы должны полностью соответствовать требуемым стандартам для улучшения свойств композиционных материалов. Одним из важнейших аспектов их производства является использование недорогого сырья, в частности побочных продуктов. На установке ЭП-300, действующей в рамках производственного объединения «Азерикимья» SOCAR, был разработан высококачественный многофункциональный модификатор путем использования тяжелой пиролизной смолы, которая является побочным продуктом, составляющим 4-6% от основного продукта в виде остатка колонны. Этот модификатор был научно исследован и разработан для использования в устранении недостатков композиционных материалов на основе сополимера этилиден-норборнена. Обогащение и повторное использование этого неиспользованного побочного продукта в качестве модификатора демонстрирует значительные экономические и экологические преимущества.

Ключевые слова: *тяжелая пиролизная смола, обогащение, сополимер этилиден-норборнена, модификатор, композиционные материалы, пластификация, вулканизация, установка ЭП-300.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0102

ALKYLATİON OF BENZENE WİTH PROPYLENE OVER ZEOLİTE CATALYST

Nemet Sadigov[1], Rufana Guliyeva[2], Aytaj Samadova[3], Sabir Amirov[4]

[1,2,3,4] Azerbaijan State Oil and Industry University
[1,2,3,4] Department of Organic Matter and Technology of High Molecular Compounds
[1]MSc student nemetsadiqov592@mail.com, https://orcid.org/0009-0009-5743-8971
[2]Associate professor sabir.54@mail.ru, https://orcid.org/0009-0000-0692-9396
[3]MSc student rufanequliyeva0@gmail.com, https://orcid.org/0009-0001-9984-2026
[4]MSc student aliyaazra46@gmail.com, https://orcid.org/0009-0003-3641-4520

ABSTRACT

Alkylation of benzene with propylene is one of the important processes in the industrial production of alkylaromatic compounds. This reaction requires the use of catalysts that provide high selectivity and efficiency. Traditionally, homogeneous catalysts such as phosphoric acid and aluminum chloride have been used, but they have corrosion and waste problems. Zeolite-based heterogeneous catalysts offer advantages in terms of stability, high activity, and environmental compatibility. In this article, the activity and selectivity of various zeolite catalysts (ZSM-5, Beta, Y) in the alkylation of benzene with propylene were investigated. The effect of the acidity properties of the catalysts and the pore structure on the reaction was evaluated. The experimental results showed that the acidity of the catalyst used significantly affects the product yield. At the same time, the optimization of the process parameters (temperature, mole ratio, contact time) had a significant effect on the product selectivity.

The results of the study show that the selection and operating conditions of zeolite catalysts play an important role in increasing the efficiency of the alkylation of benzene with propylene. This approach can provide more environmentally and economically viable alternatives in the production of alkylaromatic compounds.

Keywords*: Benzene, propylene, alkylation, zeolite catalysts, ZSM-5, selectivity, heterogeneous catalysis.*

INTRODUCTION

The catalytic alkylation of benzene with olefins is one of the main processes in organic and petrochemical synthesis and has a wide range of applications. As a result of this process, important chemicals such as styrene, phenol, caprolactam, adipic acid, nitrobenzene, as well as intermediates used in the production of plastics and synthetic resins (polystyrene and styrene copolymers) are obtained on an industrial scale[1]. In addition, this reaction serves as a source of raw materials for synthetic fibers (nylon, capron), synthetic butadiene-styrene rubbers, latexes, synthetic detergents, paints and other chemical products[2]. Cumene, which is formed as a result of the alkylation of benzene with propylene, is a key intermediate in the production of phenol and acetone. The need for isopropylbenzene (IPB) is also constantly increasing due to the increasing

market demand for phenol and acetone. While global IPB production was 9 million tons in 2000[3], in 2016 this figure reached 16 million tons and continues to grow. Russia accounts for approximately 600 thousand tons of this production[4]. The annual growth rate of demand in the cumene market is estimated at more than 4%[5].

To study the alkylation process of benzene with propylene over zeolite catalysts and to determine the relationship between the activity, selectivity and stability indicators of these catalysts and their physicochemical properties [11-15].

Within the framework of the study, for the first time, the use of lanthanum-modified H-Beta-type zeolite-based catalysts in the alkylation reaction of benzene with propylene was investigated. This zeolite catalyst was applied for the alkylation of benzene and propylene under certain conditions: the molar ratio of benzene to propylene was (4-6):1, the temperature was 150-170 °C, and the pressure was 30 atm. Under these conditions, the yield of isopropylbenzene (IPB) reached 99% by mass. Also, the relationship between the lanthanum content of lanthanum-modified H-Beta zeolite and the concentration of strong acid centers has been determined, and the optimal lanthanum content has been determined to be 1% [6,7].

Zeolites are aluminosilicates of both natural and synthetic origin, and their crystal structure consists of tetrahedral $[SiO_4]^{4-}$ and $[AlO_4]^{5-}$ units. These units are connected through their common ends, forming a three-dimensional lattice structure. Within this structure, there are voids and channels with a size ranging from 0.2 to 1.5 nm. Water molecules, alkali and alkaline earth metals, ammonium, alkylammonium, and other cations can be located within these voids. Zeolites have a non-stoichiometric composition, their chemical composition can vary over a wide range, and they can form various solid solutions. Zeolites act as molecular sieves due to their microporous structure. They are capable of selectively adsorbing only molecules whose size is smaller than the size of the micropores. The activity and stability of zeolite-based catalysts are mainly determined by the ratio of Si/Al atoms in the crystal structure of the zeolite, the pore and channel sizes and structure of both the zeolite and the matrix, as well as the presence of cations different from alkali and alkaline earth metals within the zeolite and matrix. The synthesis of zeolites is carried out by crystallization of a reaction mixture containing Na_2O, Al_2O_3, SiO_2 and H_2O under hydrothermal conditions or by heating the gel formed by mixing $NaAlO_2$ solution and H_4SiO_4 gels. The chemical composition of the mixture and the synthesis conditions shape the structural properties of the zeolite. One of the main limitations of zeolites in terms of industrial use is their low mechanical strength[8].

In the process of alkylation of benzene with propylene, it is recommended to use a zeolite catalyst modified with yttrium and rare earth elements. This approach helps to reduce the concentration of polyalkylbenzenes in the product by 10%[9].

Objective

Objective and practical significance of the work

To study the alkylation reaction of benzene with propylene over zeolite catalysts and to determine the relationship between the activity, selectivity and stability of these catalysts and their physicochemical properties. To achieve this goal, the following tasks should be performed:

1. Synthesis of zeolite catalysts for the alkylation of benzene with propylene and study of their physicochemical properties;
2. Testing the catalytic properties of the prepared catalysts;
3. Studying the effect of the physicochemical properties of catalysts on their catalytic activity;

4. Conducting stability tests of zeolite catalyst samples in a pilot plant under conditions of high activity and selectivity.

The conducted studies show that the process of alkylation of benzene with propylene using highly effective catalysts based on H-Beta zeolite can form the basis of the local industrial production of isopropylbenzene. The research results have proven the high yield and quality of the target product, which is fully suitable for the subsequent synthesis of phenol and acetone.

Within the framework of this work:

1. The relationship between the catalytic activity of catalysts and their acidity properties was determined;
2. Modification of H-Beta native zeolite with lanthanum was proposed, which increases its activity, stability and selectivity.

The results obtained on the process of alkylation of benzene with propylene and the reaction mechanism can be applied in scientific research institutes studying catalytic processes for the conversion of hydrocarbons.

Modification of H-Beta zeolite with rare earth elements: Modification of H-Beta zeolite was carried out by the method of water impregnation. Before this process, the H-Beta zeolite sample was treated under vacuum conditions, as a result of which the water adsorbed on its surface was removed. The impregnation solution was prepared by adding a calculated amount of $La(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$, a readily soluble salt of lanthanum, to distilled water. The modified samples were dried to a powder state, then pressed into tablets, and the resulting tablets were crushed to select particles of 0.25–1.00 mm fraction.

Physicochemical properties of lanthanum-modified H-Beta catalyst: It is known that when zeolite is modified with lanthanum, pairs with a stabilizing effect are formed as a result of the combination of rare earth cations with common hydroxyl groups. These pairs contribute to the strengthening of the general structure of zeolite. This process is described by the following reaction:

$$2La^{3+} + H_2O + O_2^{2-} \rightarrow (La^{3+}\text{-}OH\text{-}La^{3+})^{5-} + HO_2^-$$

According to this scheme, such modified zeolite catalysts are expected to exhibit high catalytic properties. In this context, H-beta zeolite produced by AO "Angarsk Catalysts and Organic Synthesis Plant" was modified with lanthanum, where the amount of lanthanum varies from 0.25% to 2.00%. [10,11] Table 1 shows the characteristics of H-Beta zeolite produced by AO «AZKiOS».

Table 1. Characteristics of H-Beta zeolite produced by JSC "AZKiOS".

Name of the indicator	Analysis result
Mass fraction of sodium oxide in the substance heated at 650 °C, % (mass).	≤0.1
Mass fraction of iron in the substance heated at 650 °C, % (mass).	0.12
Mass fraction of aluminum oxide in the substance heated at 650 °C, % (mass).	5.7
Mass fraction of silicon oxide in the substance heated at 650 °C, % (mass).	88
Mass fraction of losses during heating, % (mass).	21
SiO_2/Al_2O_3 mole ratio.	25
Degree of crystallinity, %.	85

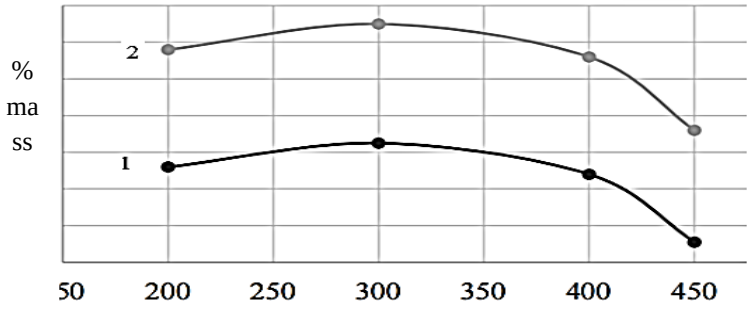
The chemical composition of the catalysts obtained after modification with lanthanum is

presented in Table 2.

Table 2. Chemical composition table of the catalysts obtained after modification with lanthanum:

Compound, %(mass).	H-Beta	H-Beta+ 0.25% La_2O_3	H-Beta+ 0.5% La_2O_3	H-Beta+ 1.0% La_2O_3	H-Beta+ 1.5% La_2O_3	H-Beta+ 2.0% La_2O_3
SiO_2	91.56	91.51	91.08	90.76	90.36	89.97
Al_2O_3	7.65	7.53	7.69	7.68	7.50	7.58
MgO	0.26	0.25	0.30	0.28	0.27	0.30
La_2O_3	-	0.22	0.41	0.90	1.36	1.68
CaO	0.23	0.20	0.24	0.18	0.22	0.19
Fe_2O_3	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.11
Na_2O	0.07	0.08	0.07	-	0.09	0.11

Investigation of the effect of the dehydration temperature of the catalyst based on natural zeolite H-Beta on the alkylation process of benzene with propylene: During the preparation of the reactor for the alkylation process, a dehydration process is carried out to activate the catalyst. This is due to the complete saturation of the catalyst with water vapor during storage and transportation. In order to achieve optimal catalytic performance, it is important to determine the final temperature of the dehydration process. Studies conducted using the ICDO method have shown that at a temperature of 300 ℃, the concentration of strong acid centers in catalyst samples prepared from H-Beta zeolite reaches a maximum level. However, further increasing the temperature leads to a decrease in the concentration of these centers. Taking this fact into account, experiments on the alkylation of benzene with propylene were carried out at temperatures of 200, 300, 400 and 450 ℃.



Temperature, °C.
1-IPB output 2- IPB selectivity

Figure 1. Dependence of reaction output parameters on dehydration temperature of H-Beta zeolite-based catalyst.

The effect of dehydration temperature on the parameters of the alkylation process coincides with the results of the EKDO. The maximum product yield and selectivity were observed at 300 °C and were 84.5% and 91.0% by mass, respectively. The most suitable dehydration temperature for the H-Beta + 1% by mass La_2O_3 catalyst was determined to be 300 °C.

The study results show that the addition of lanthanum increases the catalytic activity of the catalyst. However, exceeding the 1% by mass limit of the lanthanum content leads to a decrease

in the activity of the H-Beta zeolite-based catalyst. These observations are consistent with the data obtained on the acidity properties. Table 3 shows the catalytic study results of Beta zeolite-based catalysts.

Table 3. Catalytic study results of Beta zeolite-based catalysts.

Catalyst	Propylene conversion rate % mass	Selectivity of IPB % mass	Yield of IPB % mass
H-Beta	100.0	90.2	81.1
H-Beta + 0,25 % La2O3	100.0	90.3	80.6
H-Beta + 0,5 % La2O3	100.0	90.3	80.7
H-Beta + 1 % La2O3	100.0	91.0	84.5
H-Beta + 1,5 % La2O3	100.0	90.0	83.6
H-Beta + 2 % La2O3	100.0	90.6	80.5

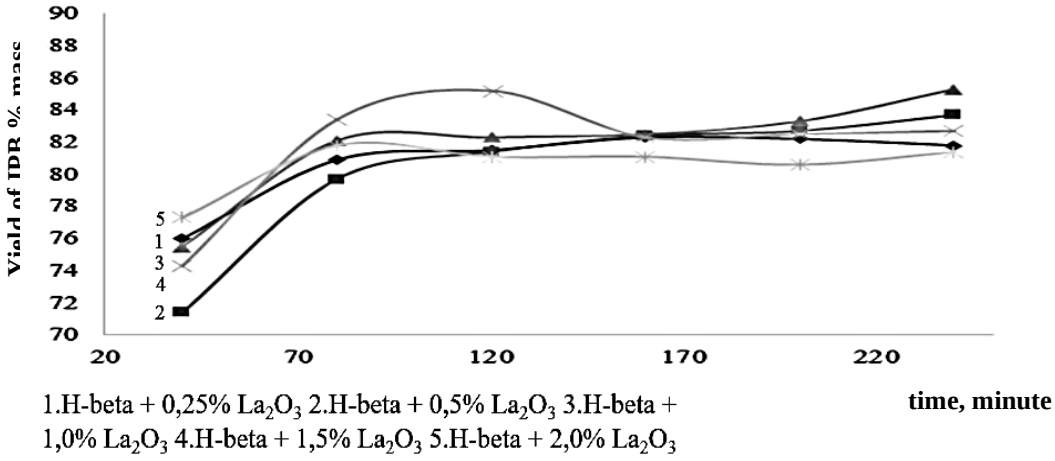


Figure 2. Dependence of IPB output on experiment time

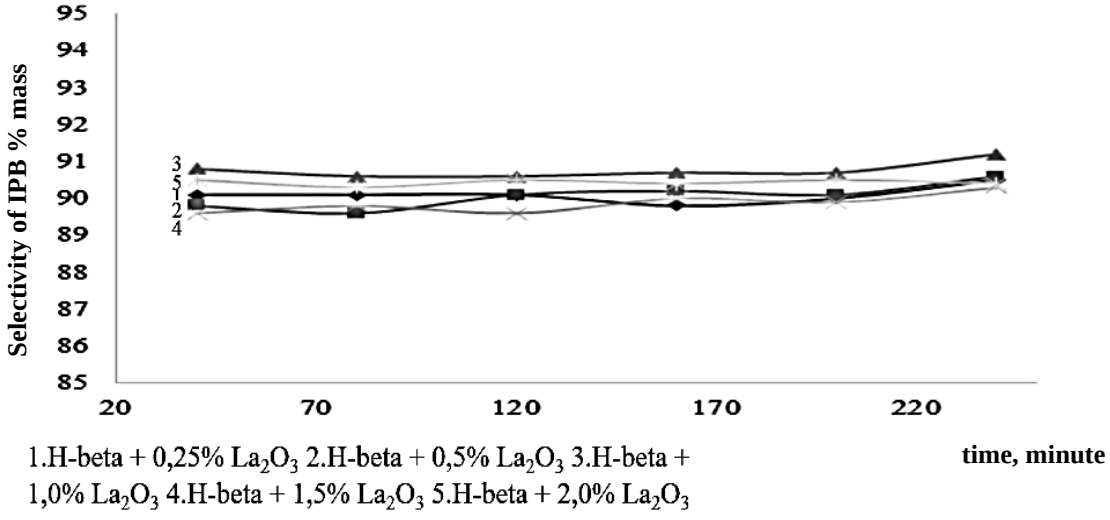


Figure 3. Time dependence of selectivity on IPB depending on the duration of the experiment

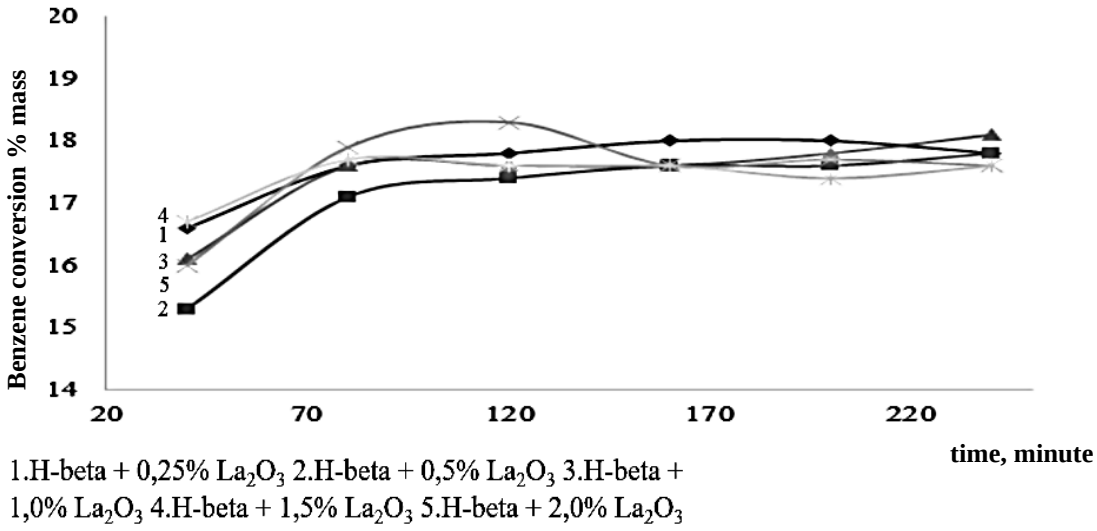


Figure 4. Benzene conversion and experimental duration dependence

Conclusion

In this study, the process of alkylation of benzene with propylene over zeolite catalysts was studied and the efficiency of various modified catalysts was evaluated. Studies have shown that lanthanum-modified H-Beta zeolite exhibits high catalytic activity and selectivity. The optimal lanthanum content was 1% by mass, and this amount of lanthanum provided the catalyst with maximum productivity and stability.

The presence of lanthanum in the zeolite above 1% led to a decrease in the activity of the catalyst, which is explained by a change in its acidity properties. In general, modified zeolite catalysts reduce equipment corrosion and allow for the creation of environmentally safer technological processes.

References

1. Lipovich V.G., Polubentseva M.F. Alkylation of aromatics hydrocarbons. - M.: Chemistry, 1985. - 227 p.
2. Braginsky O.B. World oil and chemical industry. / O.B.Braginsky. - M.: Nauka, 2003. - 130 p.
3. Zakoshanskiy V.M. Alternative technologies for obtaining phenol /V.M. Zakoshansky // Russian chemical journal.- 2008.- T. III.-No. 4. – C. 53-71
4. Kiselev, A.V., Pinchuk, A.M. (2018). Zeolite-containing catalysts in alkylation processes. Journal of physical chemistry, 92(5), 789-795.
5. K.B. Golubev, L. B. Yakovleva (2019). Catalysts for the alkylation of benzene with propylene. Catalysis in industry, 10(4), 305-312.
6. A.M. Alekseev, T. Yu. Lapina (2020). New ecologically safe processes of alkylation. Chemical technology, 14(2), 98-105.
7. M. Han. Study on the alkylation of benzene with propylene over Hβ zeolite // Journal of

Molecular Catalysis A: Chemical –2003. –P 175–184.
8. J. Fu. Study on alkylation of benzene with propylene over MCM-22 zeolite catalyst by in situ IR // Catalysis Communications–2005. - No. 6. –P 770–776.
9. Promoters for controlling acidity and pore size of zeolite catalysts for use in alkylation: patent USA No. 0255397 A1, application. 24.06.2008; publ. 16.10.2008, Bulletin -9 p
10. Aghamaliyev Z.Z. (2021). Production and properties of surface-active compositions based on oxyetized nonylphenol and alkylymidazolines. Processes of Petrochemistry and Oil Refining, Vol.22, No. 1, – p. 50-57.
11. Rasulov C.G., Aghamaliyev Z.Z., Alakbarova I.A., Gasimova F.I. (2020). Impact reactions of para-cresol with 1 (3)-methylcyclohexanes in a continuously operating pilot device. Processes of petrochemistry and oil-refining, 21(2), 208-215.
12. Alekperova I.I., Agamaliyev Z.Z., Veliyeva F.M., Rasulov C.K. (2019). Optimization of phenol cycloalkylation process with cyclohexene in the presence of catalyst KU-23. Processes of petrochemistry and oil refining, 24(4), 424-432.
13. Alekperova I.I., Aghamaliyev Z.Z., Veliyeva F.M., Rasulov Ch.K. Optimization of the reaction of catalytic cycloalkylation of phenol with cyclohexene. ScientificNet. Publisher in Materials Science & Engineering. Materials Science Forum, Switzerland, 2020, Vol. 869, p. 82-87.
14. Alekperova I.I., Jafarov R.P., Aghamaliyev Z.Z., Rasulov Ch.K., Kurbanova Kh.F., Aliyev T.A. (2022). Optimization of phenol alkylation process by isoprene cyclodimers in the presence of a phosphorus-containing zeolite-Y catalyst. Processes of Petrochemistry and Oil Refining, 23(4), 676-682.
15. Mirzoyev V.H., Abbasov V.M., Rasulov Ch.K., Aghamaliyev Z.Z., Bagirzade R.Z., Majidov E.A. (2017). Selective catalytic alkylation of cycloalkylation of phenol with alkyl-and alkenylcyclohexenenes. Processes of Petrochemistry and Oil Refining, 18(4), 341-350.

SEOLİT KATALİZATORLARI ÜZƏRİNDƏ BENZOLUN PROPİLENLƏ ALKİLLƏŞMƏSİ

Nemət Sadıqov[1], Rufanə Quliyeva[2], Aytac Səmədova[3], Sabir Əmirov[4]

[1,2,3,4]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı
[1, 2,3,4]"Üzvi maddələr və yüksəkmolekullu birləşmələrin texnologiyası" kafedrası
[1]magistrant nemetsadiqov592@mail.com, https://orcid.org/0009-0009-5743-8971
[2]dosent sabir.54@mail.ru, https://orcid.org/0009-0000-0692-9396
[3]magistrant rufanequliyeva0@gmail.com, https://orcid.org/0009-0001-9984-2026
[4]magistrant aliyaazra46@gmail.com, https://orcid.org/0009-0003-3641-4520

XÜLASƏ

Benzolun propilenlə alkilləşməsi alkilaromatik birləşmələrin sənaye istehsalında mühüm proseslərdən biridir. Bu reaksiya yüksək selektivlik və səmərəlilik təmin edən katalizatorların istifadəsini tələb edir. Ənənəvi olaraq, fosfor turşusu və alüminium xlorid kimi homogen katalizatorlar tətbiq edilsə də, onların korroziya və tullantı problemləri mövcuddur. Seolit əsaslı heterogen katalizatorlar isə dayanıqlılıq, yüksək aktivlik və ekoloji uyğunluq baxımından üstünlüklər təqdim edir. Bu məqalədə müxtəlif seolit katalizatorlarının (ZSM-5, Beta, Y)

benzolun propilenlə alkilləşməsi prosesində aktivliyi və selektivliyi araşdırılmışdır. Katalizatorların turşuluq xüsusiyyətlərinin, məsamə quruluşunun reaksiyaya təsiri qiymətləndirilmişdir. Təcrübə nəticələri göstərmişdir ki, məhsulun çıxımına istifadə edilən katalizatorun turşuluğu əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Eyni zamanda, proses parametrlərinin (temperatur, mol nisbəti, kontakt müddəti) optimallaşdırılması məhsul seçiciliyinə əhəmiyyətli təsir göstərmişdir.

Tədqiqatın nəticələri göstərir ki, seolit katalizatorlarının seçimi və işləmə şəraiti benzolun propilenlə alkilləşməsinin səmərəliliyini artırmaq üçün mühüm rol oynayır. Bu yanaşma alkilaromatik birləşmələrin istehsalında daha ekoloji və iqtisadi cəhətdən əlverişli alternativlər təqdim edə bilər.

Açar sözlər: *Benzol, propilen, alkilləşmə, seolit katalizatorları, ZSM-5, selektivlik, heterogen kataliz*

АЛКИЛИРОВАНИЕ БЕНЗОЛА ПРОПИЛЕНОМ НА ЦЕОЛИТОВЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ

Немат Садыгов[1], Сабир Амиров[2], Рюфаня Кулиева[3], Айтадж Самедова[4]

[1,2,3,4]Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, г. Баку

[1, 2,3,4] Кафедра «Технология органических веществ и высокомолекулярных соединений»

[1]магистрант nemetsadiqov592@mail.com, https://orcid.org/0009-0009-5743-8971

[2]доцент sabir.54@mail.ru, https://orcid.org/0009-0000-0692-9396

[3]магистрант rufanequliyeva0@gmail.com, https://orcid.org/0009-0001-9984-2026

[4]магистрант aliyaazra46@gmail.com, https://orcid.org/0009-0003-3641-4520

РЕЗЮМЕ

Алкилирование бензола пропиленом является одним из важных процессов в промышленном производстве алкилароматических соединений. Эта реакция требует использования катализаторов, обеспечивающих высокую селективность и эффективность. Традиционно применяются гомогенные катализаторы, такие как фосфорная кислота и хлорид алюминия, однако они сопровождаются проблемами коррозии и образования отходов. Гетерогенные катализаторы на основе цеолитов, напротив, обладают преимуществами с точки зрения устойчивости, высокой активности и экологической совместимости. В данной статье исследована активность и селективность различных цеолитных катализаторов (ZSM-5, Beta, Y) в процессе алкилирования бензола пропиленом. Оценено влияние кислотных свойств катализаторов и структуры пор на реакцию. Результаты экспериментов показали, что кислотность используемого катализатора оказывает значительное влияние на выход продукта. Также установлено, что оптимизация параметров процесса (температура, мольное соотношение, время контакта) существенно влияет на селективность продукта.

Результаты исследования показывают, что выбор цеолитных катализаторов и условия проведения процесса играют важную роль в повышении эффективности алкилирования бензола пропиленом. Такой подход может предложить более экологичные и экономически выгодные альтернативы в производстве алкилароматических соединений.

Ключевые слова: *Бензол, пропилен, алкилирование, цеолитные катализаторы, ZSM-5, селективность, гетерогенный катализ*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0110

PROCESSİNG OF HEAVY HYDROCARBON FEEDSTOCKS WİTH COBALT AND TUNGSTEN CARBİDE-BASED CATALYSTS

Rufana Guliyeva[1], Sabir Amirov[2], Nemat Sadigov[3], Aytaj Samadova[4]

[1,2,3,4]Azerbaijan State Oil and İndustry University, Baku
[1, 2,3,4]Department of Technology of Organic Substances and High-Molecular Compounds
[1]MSc student rufanequliyeva0@gmail.com, https://orcid.org/0009-0001-9984-2026
[2]Associate professor sabir.54@mail.ru, https://orcid.org/0009-0000-0692-9396
[3]MSc student nemetsadiqov592@mail.com, https://orcid.org/0009-0009-5743-8971
[4]MSc student aliyaazra46@gmail.com, https://orcid.org/0009-0003-3641-4520

ABSTRACT
Thermocatalytic treatment of heavy hydrocarbon feeds produces lighter and more valuable products. Thermocatalytic treatment technologies involving cobalt and tungsten carbide-based catalysts are investigated in the present work. The catalysts exhibit high activity and selectivity to provide lighter and more valuable hydrocarbon fractions. Cobalt and tungsten carbide-based catalysts have been reported to improve the conversion of heavy fractions and increase the yield of light hydrocarbons. IR spectroscopy and Chromato-Mass Spectroscopy were used to analyze the products of the reaction. The data suggest that the catalysts show good promise for the treatment of heavy feedstocks.

Keywords: Heavy hydrocarbon feedstock, cobalt (Co), tungsten carbide (WC), thermocatalytic conversion, light fractions, oil refining

INTRODUCTION
The global reserves of light crude oil are depleting, necessitating the use of heavy hydrocarbon feedstocks that were formerly regarded as less economically viable. Although the processing of heavy feedstock is more complex and expensive, the development of new technologies is rendering the process increasingly economically feasible.[3] New regulations demand the decrease in the content of sulfur and other harmful impurities in fuels, and therefore hydrotreating and hydrocracking processes are of especial importance. Cobalt and tungsten carbide catalysts find effective application in hydrotreating processes, making it possible to produce environmentally friendly fuels. Thermocatalytic processing of heavy feedstocks enhances the yield of light oil products, which makes the operation of oil refining units more profitable and the quality of resulting products higher. Nevertheless, efficiency of processes of thermocatalytic conversion is determined by a large number of factors. These include the choice of catalysts, their activity and stability, process parameter optimization, and the quality of reaction products. For example, catalyst deactivation, particularly by issues such as coking and metal deposition, limits the long-term process feasibility. Discovery of new catalysts and optimization of the conversion processes are the key areas to improve processing efficiency. Thus, catalysts that are more efficient and less expensive must be developed, thermocatalytic conversion technologies must be combined with other process technologies (e.g., pyrolysis or catalytic cracking), and digital

technologies must be utilized for process modeling and optimization.[14]
We know that bitumen and petroleum residues, as heavy hydrocarbon resources, constitute a very large proportion of the world's hydrocarbon resources. Complex molecules, heavy hydrocarbons are used extensively in petrochemistry and in the refining of oil. The presence of sulfur, asphaltenes, and metals, as well as high viscosity, pose technological challenges.[1] Thermocatalytic conversion, an effective method for breaking down hydrocarbon feedstock into small and useful molecules, aims to convert heavy petroleum fractions such as fuel oil, bitumen, and other materials into compounds such as gasoline, rose gas, and diesel.[7,10,15]
The presence of catalysts is essential for the thermocatalytic conversion of heavy hydrocarbon feedstock. Both heterogeneous and homogeneous catalysts can be used. Heterogeneous catalysts are particularly characterized by their good surface area and stability, yet deactivation and regeneration of these catalysts pose further technological hurdles. Homogeneous catalysts are more active, yet recycle and separation are complicated. Over the past several years, nanomaterial-based catalysts also started being utilized intensively. High-surface-area nanocatalysts with thermal stability and chemically tunable properties are highly efficient in the conversion of heavy hydrocarbons.[11,13] Zeolite catalysts are also used in the conversion of heavy hydrocarbon feedstocks. Zeolites are distinguished by their high thermal stability and selectivity. There are also hydrotreating catalysts that are effective in the separation of sulfur, nitrogen, and inorganic substances.
The cracking, hydrocracking, hydrogenolysis, and hydrotreating reactions are catalyzed by catalysts. They stabilize intermediate products, crack heavy hydrocarbon chains, eliminate sulfur, nitrogen, and other impurities. In the above hydrogenolysis reaction, heavy hydrocarbons are decomposed into lower molecules by reacting with hydrogen. Isomerization is the chemical rearrangement of the molecular structure of heavy hydrocarbons. It enhances the quality of the product and is especially critical in the production of fuel. Cracking is the chemical decomposition of high-molecular-weight hydrocarbons into lower molecules.[12]

Experimental Methods

In the current study, we employed cobalt (Co) and tungsten carbide (WC) catalysts. Both catalysts are active for decomposing heavy hydrocarbons and also for tars conversion. The electronic structure and surface characteristics of cobalt make it more catalytically active. Tungsten carbide is mechanically very robust and thermally stable. WC is very suitable for hydrogenolysis and isomerization reactions. Electronic properties of tungsten carbide reinforce the catalytic activity and ensure efficiency in heavy hydrocarbon conversion. Cobalt and tungsten carbide catalysts efficiently crack the process. [8-11]
Cobalt and tungsten carbide catalysts were prepared using various methods. Cobalt catalysts were prepared using thermal decomposition of cobalt nitrate. Tungsten carbide catalysts were prepared by carbonizing tungsten oxide.[2] There were high-pressure and high-temperature conditions in the reactor unit where the experiments were conducted. The reactor provides the optimum conditions for heavy hydrocarbon conversion. The heavy hydrocarbon feedstock is thermocatalytically converted under high pressure for 1.5-2 hours. During this time, the temperature is between 350-500°C. The reaction products are analyzed using analytical methods such as infrared spectroscopy and chromatography-mass spectroscopy. In infrared spectroscopy, various functional groups in the molecule absorb infrared radiation at appropriate frequencies. The chemical structure of the molecules is determined by the absorption spectra.

Chromatography-mass spectroscopy is applied to separate the mixtures of components. The separated components are first passed on to a mass spectrometer and ionized. The molecular structure and molecular mass of the components of the mixture are determined.[5]

Discussion of Results

Figure 1 shows IR spectra of cobalt samples. There are absorption bands in the regions of 564-577 cm^{-1} and 662-672 cm^{-1}, corresponding to Co-O valence vibrations in the original cobalt and in the cobalt mechanically activated and reduced in hydrogen medium for 8 hours. It is possible to see from the infrared spectrum that bands typical of CoO and Co_3O_4 oxides are not observed in the spectrum of the mechanically activated cobalt.

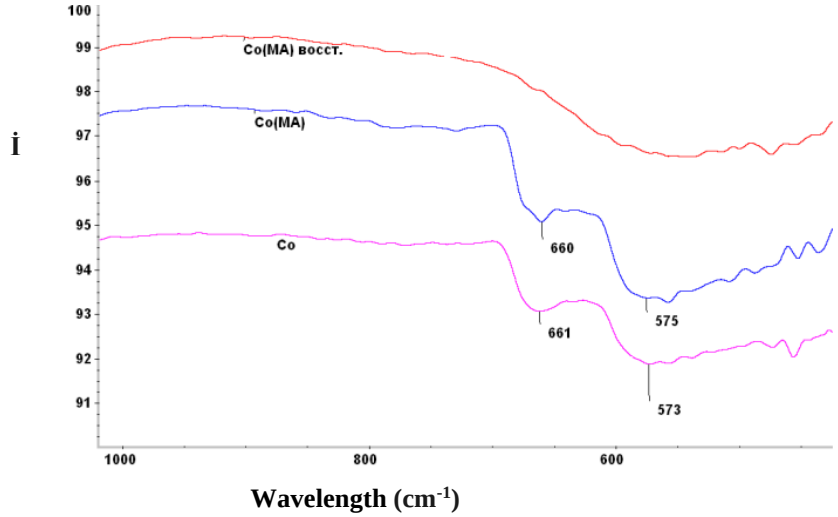


Figure 1. IR Spectroscopy: Spectra of Cobalt Powders Mechanically Activated for 8 Hours and Reduced in a Hydrogen Environment

Figure 2 is the chromatography-mass spectrometry (GC-MS) analysis of petroleum paraffin. As we know, paraffin consists of normal alkanes. It is predominantly composed of C_{16} – C_{33} hydrocarbons, and their distribution is in a normal pattern. By chromatography-mass spectrometry, the peak maximum is at C_{26}. The fraction boiling above 350 °C is 96.51% by mass. So, the fractional composition of petroleum paraffin is close to that of petroleum pitch.

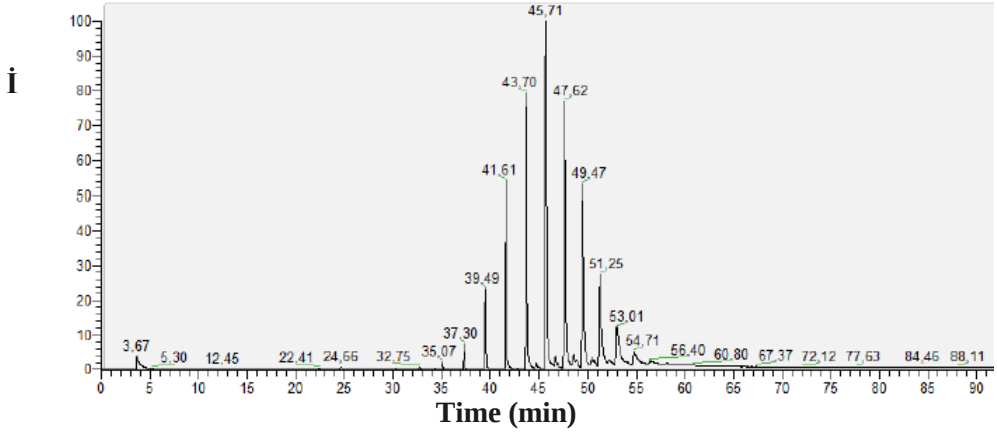


Figure 2. Initial Chromatogram of Tar

In order to find out the influence of time and temperature on the composition of the cracking products of petroleum paraffin, the reaction was carried out in a reactor at a temperature of 420°C for 90 minutes. Following 1.5 hours of treatment at 420°C, the liquid products were examined by the GC-MS technique, and the chromatogram is shown in Figure 3. In this case, 90-95% of the thermal conversion products of petroleum paraffin are normal alkanes with a range of C_{10} to C_{33}. More peaks relating to light paraffin hydrocarbons were achieved in the experiment, as seen from the chromatograms.

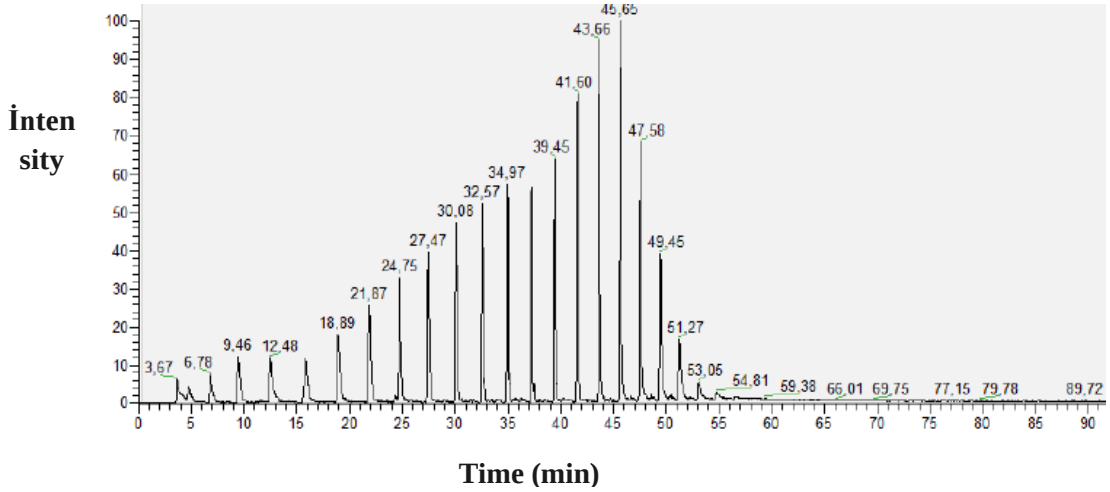


Figure 3. Final Chromatogram of Tar (420°C, 1.5 hours)

The same test was conducted for tungsten carbide powders at three temperatures. The tungsten carbide samples were heated in the reactor to 320°C, 420°C, and 520°C. Figure 4 represents the outcomes of tungsten carbide powder testing through the method of IR spectroscopy.

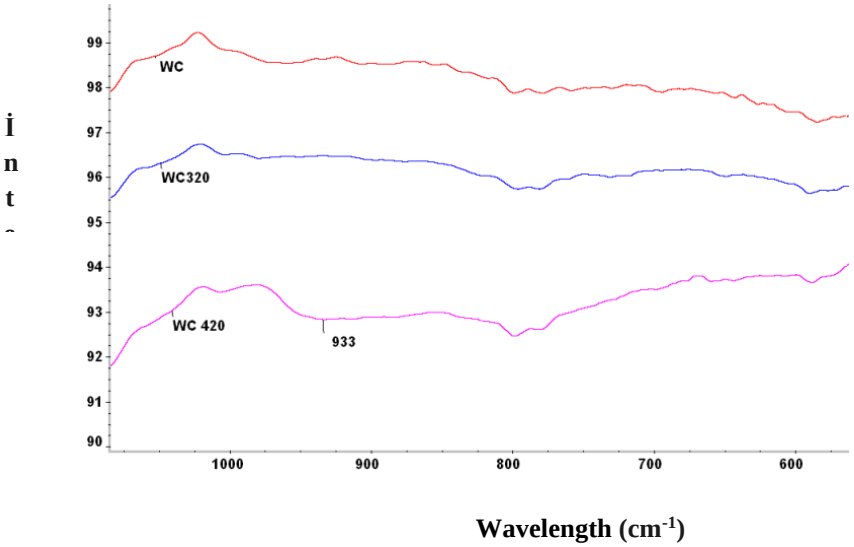


Figure 4. IR Spectra of Initial WC and Samples Thermally Treated at 320°C and 420°C

The first spectrum shows the presence of oxygen on the surface of WC. In IR spectra, a broad band of W-O-W-O- valence vibrations is observed in the range 600-1000 cm^{-1} in WO_3 and WC 520, while it is noteworthy that in WC heat-treated at 420° there is only an inexpressively defined peak, while in the spectrum of original carbide and WC heat-treated at 320° this peak is not present.

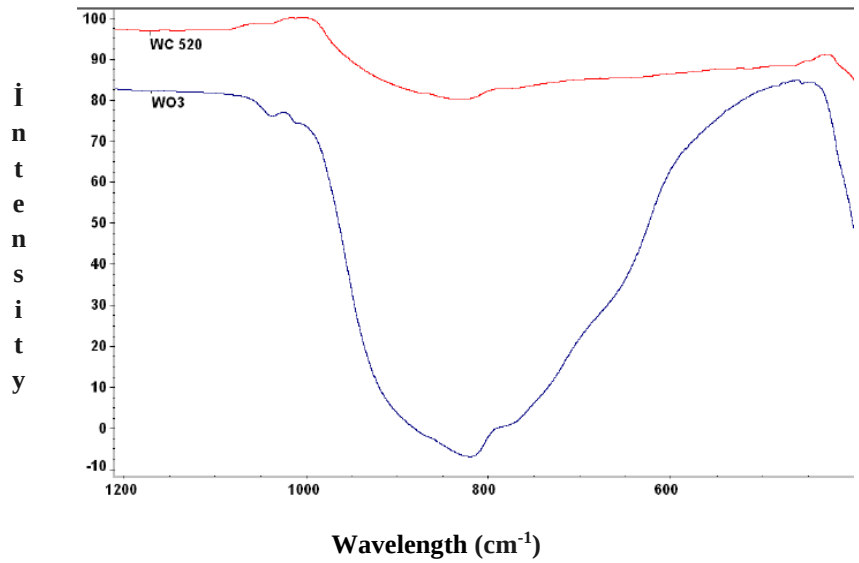


Figure 5. IR Spectra of WO_3 and Samples Thermally Treated at 520°C

We can see from Table 1 that the conversion rate is comparatively higher when a cobalt catalyst is used in the thermocatalytic conversion of heavy hydrocarbon feedstock at 400°C. The life of the tungsten carbide catalyst, however, is longer. It is also evident that the use of catalysts varies with the product required.

Table 1. Comparison of Results

Parameter	Cobalt Catalyst	Tingsten Carbide Catalyst
Conversion Rate	70-80% (400°C)	60-75% (400°C)
Activity	High hydrogenolysis	High isomerization
Durability	50 hours	100 hours
Selectivity	Small molecule products	İsomerized products

Table 2 is a detailed explanation of the experimental data. It is evident from the table that different components were tested under the same conditions. The results differ significantly from the original product. In the original fuel oil blend, the amount of light fractions is approximately 10 times less than the heavy fractions, and there is no coke. When the process of cracking is done at 420°C for 1.5 hours under non-catalytic conditions, the quantity of light fractions considerably increases to 45.9%, and gas and coke are produced. Correspondingly, it is also observed that there is an increase in the quantity of heavier fractions. Employing a WC catalyst results in a big boost in the light fraction and a lowering of vacuum gas oil and residue. Specifically, vacuum gas oil is decreased to 10.3%, and residue is decreased to 2.8%. This shows the high catalytic activity of

WC. The Co catalyst also increases the light fraction, but the increase is less compared to the WC catalyst. The amounts of vacuum gas oil and residue are higher compared to WC. On the basis of the amount of coke produced, the Co catalyst is more effective. However, on taking into consideration the yield of light fractions and the reduction of heavy hydrocarbons, the tungsten carbide catalyst is more effective. Both catalysts are effective for the process, and higher productivity can be achieved by optimizing the process parameters.

Table 2. Yield of Conversion Products Without Catalysts and With Catalysts

Additive, %	**Process Conditions**	**Gas**	**Light Fraction (b.p.-350 °C)**	**Vacuum Gas Oil (350-500 °C)**	**Vacuum Residue (above 500 °C)**	**Coke**
Original Mazut	–	–	8,7	80,21	11,11	–
None	420 °C, 1,5 h	6,7	45,9	23,1	18,8	5,5
WC (2 %)	420 °C, 1,5 h	5,9	71,1	10,3	2,8	9,9
Co (0,8 %)	420 °C, 1,5 h	3,9	60,3	22,5	8,9	4,3

Conclusion

As a result of the study conducted, one can see that cobalt catalysts are mostly active at 300-400°C and provide 70-80% conversion of hydrocarbon feedstock. Tungsten carbide catalysts gave reasonable results for isomerization and hydrogenolysis reactions. WC catalysts in the temperature range of 350-450°C provided decomposition of heavy hydrocarbons into light molecules with conversion efficiency of 60-70%. Both catalyst types exhibited excellent long-term stability. Tungsten carbide catalysts were particularly distinguished by their high heat stability. Cobalt and tungsten carbide catalysts exhibited excellent activity in converting heavy feedstock. Light fraction (gasoline, diesel) yield was enhanced by 15-20% compared to the classical catalyst. Tungsten carbide demonstrated excellent resistance to sulfur poisoning, which is particularly valuable for high-sulfur feedstock processing.

REFERENCES

1. Zhang, Y., & Smith, K. J. "Catalytic Hydroprocessing of Heavy Hydrocarbons: A Review", *Catalysis Reviews*, 61(3), 319-396, 2019
2. Yu Zhang , Zhoujie Liang, Guojie Zhang, Jun Liu, Ying Wang, Yuqing Zhao, Guoqiang Li and Yongkang Lv, “Highly active and stable cobalt catalysts with a tungsten carbide-activated carbon support for dry reforming of methane: effect of the different promoters”, Issue 15, 2022
3. Johnson, R. T., & Brown, M. E. "Advances in Thermocatalytic Conversion of Heavy Hydrocarbons", *Energy & Fuels*, 32(5), 5678-5690, 2018
4. Ancheyta, J., & Castañeda, L. C. “Catalytic Hydroprocessing of Heavy Oils: A Review” *Energy & Fuels*, 35(8), 6789-6805, 2021
5. Paul Worsfold, Alan Townshend and Colin Poole, “Encyclopedia of Analytical Science”, 2005
6. Speight J.G. "The Chemistry and Technology of Petroleum", CRC Press, 444-445, 2014

7. Smith J., Brown K. “Advances in Hydrocarbon Processing”, Chemical Reviews, vol. 122, no. 4, pp. 321-345, 2022
8. Liu Y., Wang H. “Catalysis by Tungsten Carbide: A Review”, Journal of Catalysis, vol. 389, pp. 78-102, 2021
9. Petrova A., Ivanov D. “Development of Cobalt-Based Catalysts for Hydrocracking”, Fuel Processing Technology, vol. 210, pp. 117-135, 2020
10. Zhang Q., Lee C. “Hydroconversion of Heavy Oils with Tungsten-Based Catalysts”, Energy & Fuels, vol. 33, no. 2, pp. 203-215, 2019
11. Gleb.A Sosnin, Petr Yeletsky, Yuliya K. Gulyaeva, O.O. Mironenko “A study of the catalytic steam cracking of heavy crude oil in the presence of a dispersed molybdenum-containing catalyst”, Petroleum Chemistry 57(7), 618-629, 2017
12. Marafi, A., & Stanislaus, A. “Recent Advances in Catalytic Cracking of Heavy Hydrocarbons”, *Catalysis Today*, 123, 45-60, 2022
13. Zhang, S., & Liu, Y. “Nanocatalysts for Heavy Oil Upgrading: A Review”, *Journal of Nanomaterials*, 2023, 1-15, 2023
14. Riazi, M. R., & Gupta, R. “Thermal and Catalytic Conversion of Heavy Residues: A Comparative Study”, *Fuel Processing Technology*, 225, 2022
15. Al-Sabawi, M., & Chen, J. ”Catalytic Cracking of Heavy Petroleum Fractions: A Review”, *Industrial & Engineering Chemistry Research,* 60(12), 4567-4585, 2021

KOBALT VƏ VOLFRAM KARBİD ƏSASLI KATALİZATORLARLA AĞIR KARBOHİDROGEN XAMMALININ EMALI

Rüfanə Quliyeva[1], Sabir Əmirov[2], Nemət Sadıqov[3], Aytac Səmədova[4]

[1,2,3,4]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı
[1, 2,3,4]“Üzvi maddələr və yüksəkmolekullu birləşmələrin texnologiyası” kafedrası
[1]magistrant rufanequliyeva0@gmail.com, https://orcid.org/0009-0001-9984-2026
[2]dosent sabir.54@mail.ru, https://orcid.org/0009-0000-0692-9396
[3]magistrant nemetsadiqov592@mail.com, https://orcid.org/0009-0009-5743-8971
[4]magistrant aliyaazra46@gmail.com, https://orcid.org/0009-0003-3641-4520

XÜLASƏ

Ağır karbohidrogen xammalının termokatalitik çevrilmələri hesabına daha yüngül və qiymətli məhsullar alınır. Təqdim olunan işdə kobalt və volfram karbid əsaslı katalizatorların iştirakı ilə termokatalitik çevrilmə prosesləri araşdırılır. Bu katalizatorlar yüksək fəallıq və seçicilik göstərərək daha yüngül və dəyərli karbohidrogen fraksiyalarının əldə edilməsini təmin edir. Müəyyən edilmişdir ki, kobalt və volfram karbid əsaslı katalizatorların istifadəsi ağır fraksiyaların çevrilmə dərəcəsini artırır və yüngül karbohidrogenlərin çıxımını yüksəldir. Reaksiya məhsullarının İQ-spektroskopiya və Xromato Kütlə Spektroskopiyası üsulları ilə təhlili aparılmışdır. Nəticələr göstərir ki, bu katalizatorlar ağır xammalın emalı üçün perspektivlidir.

Açar sözlər: *Ağır karbohidrogen xammalı, kobalt (Co), volfram karbid (WC), termokatalitik çevrilmə, yüngül fraksiyalar, neft emalı*

ПЕРЕРАБОТКА ТЯЖЁЛОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ КОБАЛЬТА И КАРБИДА ВОЛЬФРАМА

Рюфаня Кулиева[1], Сабир Амиров[2], Немат Садыгов[3], Айтадж Самедова[4]

[1,2,3,4]Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, г. Баку
[1, 2,3,4] Кафедра «Технология органических веществ и высокомолекулярных соединений»
[1]магистрант rufanequliyeva0@gmail.com, https://orcid.org/0009-0001-9984-2026
[2]доцент sabir.54@mail.ru, https://orcid.org/0009-0000-0692-9396
[3]магистрант nemetsadiqov592@mail.com, https://orcid.org/0009-0009-5743-8971
[4]магистрант aliyaazra46@gmail.com, https://orcid.org/0009-0003-3641-4520

РЕЗЮМЕ

В результате термокаталитических превращений тяжёлого углеводородного сырья образуются более лёгкие и ценные продукты. В представленной работе исследуются процессы термокаталитического превращения с участием катализаторов на основе карбида кобальта и карбида вольфрама. Эти катализаторы проявляют высокую активность и селективность, способствуя получению лёгких и ценных углеводородных фракций. Установлено, что использование катализаторов на основе кобальта и карбида вольфрама повышает степень превращения тяжёлых фракций и увеличивает выход лёгких углеводородов. Продукты реакции были проанализированы с использованием методов ИК-спектроскопии и газовой хромато-масс-спектрометрии. Полученные результаты показывают, что данные катализаторы являются перспективными для переработки тяжёлого сырья.

Ключевые слова: *Тяжёлое углеводородное сырьё, кобальт (Co), карбид вольфрама (WC), термокаталитическое превращение, лёгкие фракции, переработка нефти.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0118

PRODUCTİON OF LİQUİD GLASS USİNG RİCE HUSK ASH

G.F. Mammadova, S.S.İsmayılova, L.R.Mammadova
Azerbaijan State Oil and İndustry University
https://orcid.org/0000-0003-1878-6833,latifa.mamedova@asoiu.edu.az
https://orcid.org/0000-0002-5558-829X, sabira.ismayilova@yahoo.com
gulshahmammadova@gmail.com

One of the main problems of the modern era is the pollution of the environment by industrial enterprises, waste and various other causes. To eliminate these problems, a number of measures are being taken, new technologies are being developed and complex processing processes are being implemented. For this purpose, studies have been carried out on the process of recycling rice husks, which are separated during the processing of rice, the main food source in many countries. Rice husks, which are agricultural waste, are converted into silicon oxide, a valuable material that finds various industrial applications. Several studies have been carried out to investigate the mechanisms of the process of producing glass from rice husk ash using different methods. Direct melting, autoclave and non-autoclave methods were used to produce liquid glass from rice husk ash and the advantages and disadvantages of each method were identified and compared. The autoclave method was selected as the most suitable working method among the methods. This study is dedicated to the production of glass (sodium silicate solution) from rice husk ash in autoclave. The article describes the production of liquid glass obtained by the interaction of rice husk ash and sodium hydroxide solution in an autoclave. Process parameters such as time, temperature and composition of the reaction mixture (expressed as $NaOH/SiO_2$ solution and H_2O/SiO_2 molar ratios) were studied and the results showed that it is possible to produce glass from rice husk. The properties of the obtained liquid glass are given in the relevant tables.

Keywords: rice husk; silicon dioxide; sodium silicate; liquid glass.

Introduction

The amount of silica in the rice husk varies according to climate, soil type and rice variety. Plants absorb silicon from the surrounding soil in the form of soluble silicic acid $Si(OH)_4$. The absorbed silicic acid is transported through the stems to the rice leaves and inflorescences. The highest concentration of silicon is found in the outer layer of the epidermis (rice husk). While the earth's crust contains up to 20 percent silicon, rice husk ash contains 90 percent. Previously, studies have been conducted on the use of rice husk ash as a raw material for the synthesis of a number of silicon compounds, including silicon dioxide [1-3].

The aim of this study was to produce sodium silicate solution using rice husk ash as a source of silicon dioxide (SiO_2). The extraction of silica from rice husk ash was carried out according to the scheme shown in Figure 1.

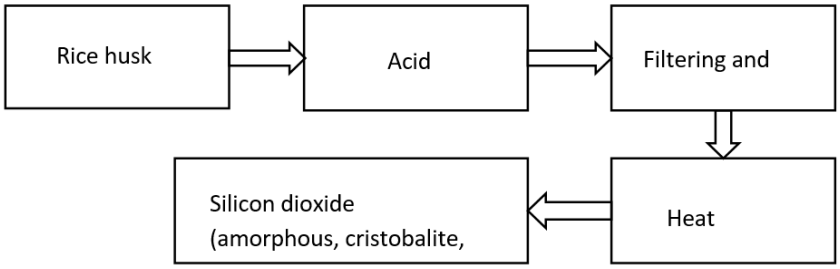


Figure 1. Schematic for obtaining silica from rice husk.

Research methodology

Elemental analysis of rice husk ash and determination of liquid glass density was carried out in accordance with GOST 18995.1-73. Differential thermal analysis, thermogravimetry and scanning electrometry were also used. Results are presented in tables and diagrams.

Conclusion and discussions

Rice husks and "C" grade sodium hydroxide were used as raw materials. To obtain silica, the rice husks were subjected to combustion at a temperature between 600 °C and 800 °C in an electric resistance furnace with metal alloy heaters. The exposure time at maximum temperature was 4-6 hours [4-5].

To determine the complete combustion temperature of the brass shell, differential thermal analysis (DTA) and differential scanning calorimetry (DSC) instruments QD-1500 <Paulik-Paulik-Erdey" (temperature range 25-1000oC with a heating rate of 10oC/min) and 'DSC NETZSCH' (temperature range 10-25-1000oC) were used, respectively.

DTA was performed in an open crucible and DSC in a closed crucible. The fact that the temperature ranges of exothermic effects and mass loss are significantly different indicates that free access to air and the sample is necessary to obtain carbon-containing residual silica.

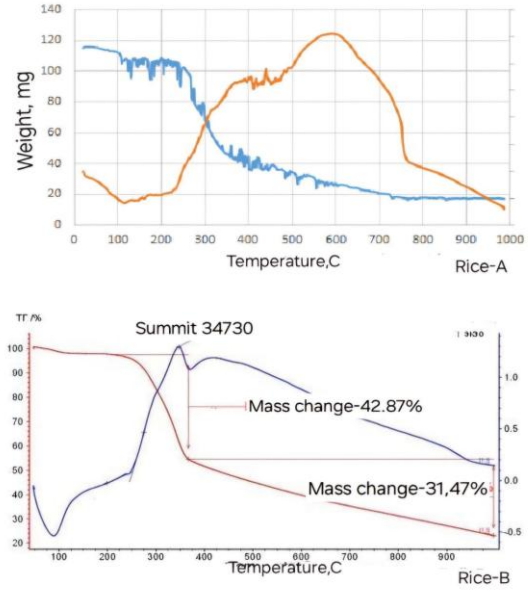


Figure 2. Results of differential thermal analysis (A) and differential scanning calorimetry (B) of rice husks

The obtained rice husk ash was examined using scanning electron microscopy as well as elemental analysis. D.I. The determinations were carried out on the JSM 6510LV JEOL microscope at the Mass Utilization Center of the Mendeleyev Russian University of Chemical Technology. Images of ash particles and the spectrum of their chemical composition are shown in Figure 3.

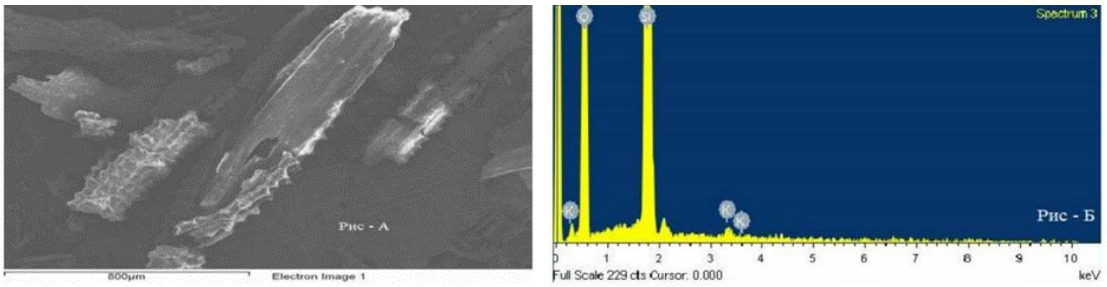


Figure 3. Rice husk ash. Rice husk ash particles (A) and chemical composition spectrum (B)

The synthesis of sodium silicate was carried out from a mixture of rice husk ash and aqueous sodium hydroxide solution in various proportions to obtain a silicate modulus (SiO2/Na2O mole ratio) between 2 and 3.5.

The synthesis was carried out in an autoclave at a temperature of 170-180^{o}C and a pressure of 7.5-8 bar for 6-8 hours. The following reaction occurred during the synthesis:

$$SiO_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2SiO_3 + H_2O$$

The autoclave-cooled samples were filtered and a viscous, clear sodium silicate solution was obtained.

Some properties were then measured and calculated and compared with standards. The results are presented in the table. The properties of the obtained glasses generally corresponded to those of commonly used glasses [6] and GOST 13078-81 [7].

Table1. Comparison of some properties of synthesized liquid glass (sodium silicate solution) samples with normative samples

Indicator description	Characteristics of normative liquid glass	Synthesis results			
External appearance	Yellow to gray thick liquid	Transparent	Transparent	Transparent	Transparent
Mass fraction of silicon dioxide, %	19,0-29,9	20,1	21,4	23,3	24,1
Mass fraction of sodium oxide, %	6,9-12	10,4	9,3	7,9	7,8
Density, q/sm^3	1,29-1,48	1,28	1,30	1,35	1,42
Silicate modules	2,2-3,5	2,0	2,5	2,9	3,5
Calculation/ display		1,9/2,0	2,3/2,5	2,9/2,9	3,2/3,5

As a result of this research, the conditions for obtaining silica from rice husk were investigated and liquid glasses suitable for industrial use were synthesized with its participation.

Literature

1. Patent US No. 3451944A, Rice husking method, apparatus and product //URL: http://www.google.ru/patents/US3451944 (accessed 21.03.2017).

2. Russian Patent No. 2106304/C01B33/32-Alkali. Metal silicates. Method of obtaining water-soluble silicate from rice husk ash //URL:http://russianpatents.com/patent/210/2106304.html (accessed: 25.02.2017).
3. Edson L.F., Leonardo H.O., Sérgio L.J. Conversion of rice husk ash to soluble sodium. Santa Maria Silicate University, RS97105-900, Brazil, Mat. Res, vol.9, no.3 São Carlos July/September 2006, URL: http://dx.doi.org/10.1590/S151614392006000300014 (accessed: 18.03.2017).
4. Silica Extraction from Rice Husk, Airoli, Navi Mumbai// Datta Meghe College of Engineering, Maharashtra, (India), URL: http://www.jjerd.com/paper/vol12-issue3/Version 2/H12326974.pdf (accessed: 12.03.2017).
5. Kalapathya U., Proctor A., Shultz J., A simple method to produce pure silica from rice husk ash // University of Arkansas, USA, September 2, 1999, URL: https://www.researchgate.net/publication/222567714. (date of reference: 08.03.2017).
6. Glass. Sodium Glass http://tdbkh.ru/products/138 (accessed: 18.03.2017).
7. Properties of liquid glass, dissolved in sodium silicate, URL: http://www.gosthelp.ru/text/gost1307881steklonatr ievo.html (accessed: 18.02.2017).

ПРОИЗВОДСТВО ЖИДКОГО СТЕКЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗОЛЫ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ

Г.Ф. Мамедова[1], С.С. Исмайлова[2], Г.А. Гесензаде[3]
[1,2,3]Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку
gulshahmammadova@gmail.com

АБСТРАКРТ
Одной из основных проблем современной эпохи является загрязнение окружающей среды промышленными предприятиями, отходами и различными другими причинами. Для устранения этих проблем принимается ряд мер, разрабатываются новые технологии и внедряются сложные технологические процессы. С этой целью были проведены исследования процесса переработки рисовой шелухи, которая отделяется при переработке риса – основного источника питания во многих странах. Рисовая шелуха, являющаяся сельскохозяйственными отходами, превращается в оксид кремния – ценный материал, который находит различные промышленные применения. Было проведено несколько исследований, направленных на изучение механизмов процесса получения стекла из золы рисовой шелухи с использованием различных методов. Для получения жидкого стекла из золы рисовой шелухи использовались методы прямого плавления, автоклавный и неавтоклавный, были определены и сравнены преимущества и недостатки каждого метода. Автоклавный метод был выбран как наиболее подходящий среди всех методов. Данное исследование посвящено получению стекла (раствора силиката натрия) из золы рисовой шелухи в автоклаве. В статье описано производство жидкого стекла, полученного при взаимодействии золы рисовой шелухи и раствора гидроксида натрия в автоклаве. Были изучены такие параметры процесса, как время, температура и состав реакционной смеси (выраженные в молярных соотношениях раствора $NaOH/SiO_2$ и H_2O/SiO_2), и результаты показали возможность получения стекла из рисовой шелухи. Свойства полученного жидкого стекла приведены в соответствующих таблицах.

Ключевые слова: жидкое стекло; диоксид кремния; силикат натрия; рисовая шелуха.

DÜYÜ QABIĞI KÜLÜNDƏN İSTİFADƏ EDƏRƏK MAYE ŞÜŞƏNİN İSTEHSALI

G.F. Məmmədova[1], S.S. İsmayılova[2], G.A.Hesenzadeh[3]
[1,2,3]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti,Bakı
gulshahmammadova@gmail.com

XÜLASƏ
Müasir dövrün əsas problemlərindən biri də ətraf-mühitin sənaye müəssisələri,tullantılar və digər müxtəlif səbəblər vasitəsilə çirklənməsidir.Bu problemləri aradan qaldırmaq üçün bir sıra tədbirlər görülür,yeni texnologiyalar hazırlanır,kompleks emal prosesləri həyata keçirilir.Bu məqsədlə bir sıra ölkələrin əsas qida mənbəyini təşkil edən düyünün mail zamanı ayrılan düyü qabığının yenidən işlənməsi prosesi üzərində işlənmişdir.Kənd təsərrüfatı tullantıları olan düyü qabığı müxtəlif sənaye tətbiqləri tapan qiymətli material olan silisium oksidə çevrilir. Müxtəlif tədqiqatlar aparılaraq fərqli üsullarla düyü qabığı külündən şüşə istehsalı prosesinin mexanizmləri öyrənilmişdir.Düyü qabığı külündən maye şüşənin istehsalı zamanı birbaşa əritmə,avtoklav,qeyri-avtoklav üsullarından istifadə edilmiş, hər bir üsulun üstün və çatışmayan cəhəti müəyyənləşdirilərək müqayisə edilmişdir. Üsullar içərisində ən məqsədə uyğun iş üsulu kimi avtoklav üsulu seçilmişdir.Bu iş avtoklavda düyü qabığı külündən şüşənin (natrium silikat məhlulu) istehsalına həsr edilmişdir. Məqalədə avtoklavda düyü qabığı külü və natrium hidroksid məhlulunun qarşılıqlı təsiri nəticəsində əldə edilən maye şüşənin alınması təsvir edilmişdir. Zaman, temperatur və reaksiya qarışığının tərkibi kimi proses parametrləri ($NaOH/SiO_2$ məhlulu və H_2O/SiO_2 molyar nisbətləri ilə ifadə edilir) tədqiq edilmiş və nəticələr şüşənin düyü qabığından istehsalının mümkün olduğunu göstərmişdir. Alınan maye şüşələrin xassələri müvafiq cədvəllərdə verilmişdir.
***Açar sözlər*:** düyü qabığı; silisium dioksid; natrium silikat; maye şüşə.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0123

DEHYDROAROMATİZATİON OF METHANE OVER ZEOLİTE CATALYSTS

Nemet Sadigov[1], Rufana Guliyeva[2], Aytaj Samadova[3], Sabir Amirov[4]

[1,2,3,4] Azerbaijan State Oil and Industry University
[1,2,3,4] Department of Organic Matter and Technology of High Molecular Compounds
[1]MSc student nemetsadiqov592@mail.com, https://orcid.org/0009-0009-5743-8971
[2]Associate professor sabir.54@mail.ru, https://orcid.org/0009-0000-0692-9396
[3]MSc student rufanequliyeva0@gmail.com, https://orcid.org/0009-0001-9984-2026
[4]MSc student aliyaazra46@gmail.com, https://orcid.org/0009-0003-3641-4520

ABSTRACT

The dehydroaromatization of methane over zeolite catalysts is a process in which methane is converted into aromatic compounds.The main objective of this process is to transform methane into high-value aromatic products, especially benzene, toluene, and xylene. Zeolite catalysts are effective materials that accelerate this reaction, distinguished by their unique structure and large surface areas. In the presence of zeolite catalysts, methane undergoes dehydrogenation, and aromaticity develops in its structure. Zeolites (especially ZSM-5) are catalysts that possess high selectivity and thermal stability.They activate methane molecules, facilitating the dehydrogenation process. The porous structure of zeolites aids in the efficient transport of reactants and products during the reaction. In this process, methane molecules are first dehydrogenated and then converted into aromatic compounds, resulting in the production of high-value products containing carbon and hydrogen atoms. The dehydroaromatization reaction occurs under high temperatures (450-700°C) and specific pressure conditions.The activity and selectivity of the catalyst are optimized by factors such as temperature and pressure.Zeolite catalysts have high selectivity and catalytic activity, which allows for the production of highly demanded aromatic compounds like benzene, toluene, and xylene by increasing the efficiency of the process.This process is considered an ideal method for converting simple and widely available hydrocarbons, such as methane, into high-value chemical products.

One of the main challenges for the long-term application of this process is the loss of activity of zeolite catalysts over time, especially due to carbon accumulation on the catalyst's active surface, leading to deactivation. To make the process economically viable, energy and resources must be used efficiently, and the possibility of catalyst reuse must be ensured.

Keywords: *Methane, aromatic hydrocarbons, aromatization, zeolite catalysts, Mo-ZSM-5, selectivity.*

INTRODUCTION

The development of effective and selective methods for the conversion of methane into fuel and chemical products is highly relevant due to the large availability of hydrocarbon gases and the necessity to reduce dependence on oil [2-6].Currently, two main approaches for methane processing can be identified:direct and indirect conversion of methane. In practice, all conversion

processes related to methane processing are based on the production of synthesis gas through the steam reforming, carbon dioxide reforming, and partial oxidation of methane [2, 5-9].

The reason for the non-economic use of methane lies in the economic nature of the costs associated with its conversion.Methane is a very stable and symmetrical molecule. Since the bond energy of the C–H bond is 425 kC/mol, activating methane by breaking this bond requires the use of high temperatures or oxidizing agents.However, the number of studies investigating one-step processes for converting methane into valuable chemical products has been increasing every year.The dehydroaromatization (DHA) process of methane describes the conversion of methane into aromatic compounds over zeolite-based catalysts [11].This has become an important catalytic process in the hydrocarbon industry in recent years.DHA, particularly, allows the conversion of methane and other alkanes into more valuable products, which can be beneficial for the energy and chemical industries [11].Despite methane being the world's most abundant and inexpensive hydrocarbon gas, it is structurally a saturated compound and not highly reactive.Therefore, highly efficient and specific catalysts are required to convert it into more valuable and useful products [15-18].

OBJECTIVE

The aim of this study is to investigate the effect of preparation conditions of bifunctional catalysts based on ZSM-5 type high-silica zeolite and nanoscale Mo powder on the activity and stability in the process of converting methane into aromatic hydrocarbons. Therefore, the following objectives have been defined:

1. To study the effect of temperature on the physical-chemical and catalytic properties of the 4.0% Mo/ZSM-5 catalyst obtained by mechanically mixing ZSM-5 type zeolite and nanoscale Mo powder.

2. To investigate the effect of the initial form of zeolite (Na-, NH_4-, and H-form) used in the preparation of the 4.0% Mo/ZSM-5 catalyst on the physical-chemical and catalytic properties of the catalyst.

The non-oxidative conversion of methane into aromatic hydrocarbons (benzene, toluene, naphthalene) is another promising processing method [2, 10].The dehydroaromatization of methane is possible under both oxidative and non-oxidative conditions.However, in the presence of O_2, the amount of benzene does not exceed 1%, and the resulting hydrocarbons easily oxidize into CO, CO_2, and H_2O.Under inert conditions with modified zeolite-based catalysts, methane is almost selectively converted into benzene, and its amount reaches up to 14% [13].

The conversion of methane into aromatic hydrocarbons is more advantageous than its conversion into ethylene [11].Thermodynamic calculations for the conversion of methane into benzene ($6CH_4 \rightarrow C_6H_6 + 9H_2$) show that this reaction reaches $\Delta G = 0$ at 1075 ºC. However, when using various catalytic systems (different types of zeolites such as ZSM-5, ZSM-8, ZSM-11, MCM-22, MCM-41, TNU-9, etc.) and transition metals (such as Mo, W, Cr, V, Fe, etc.), the conversion of methane reaches 12% at 700 ºC and 24% at 800 ºC [7].

Zeolites are microporous crystalline solid compounds with a distinct structure.They are mainly composed of silicon, aluminum, oxygen, water, and other molecules.The widespread use of zeolites as catalyst carriers for methane aromatization is due to their high crystallinity, the presence of both weak and strong acid centers, thermal stability, and large specific surface area. Zeolites with a pore diameter of 5-6 Å have been identified as the most suitable catalysts for methane aromatization [12].High-silica zeolites are generally synthesized under hydrothermal

conditions in an alkaline environment at temperatures ranging from 80-200°C. Zeolites possess a porous structure made up of silicate and aluminum oxide components. Zeolites such as ZSM-5 are important in terms of catalytic activity because their crystal structure provides high selectivity and catalytic activity.The aromatization reaction occurs at high temperatures (450-700°C) and under specific pressure conditions.The thermal stability of zeolite catalysts ensures their suitability for the reaction under these conditions.At high temperatures and pressures, methane molecules undergo dehydrogenation on the catalyst surface, leading to aromatization.The use of Mo-modified zeolite catalysts is more advantageous for the process of converting methane into aromatic hydrocarbons.Active components such as Zn, W, Re, Cu, Mn, Cr, Pt, V, and Fe have been used.Table 1 shows that Mo-containing catalysts exhibit the highest activity in the conversion of methane into aromatic hydrocarbons compared to other metal-containing catalysts.

Table 1. Comparison of Mo-containing Catalysts with Other Metal-containing Catalysts

Metal	Reaction Conditions		**Methane Conversion %**	**Selectivity**	
	T, ^{0}C	W, ml $\cdot q_{kat}^{-1} \cdot s^{-1}$		Benzene	Naphthalene
3 % Mo	700	1500	11,0	60,4	8,
3 % W	800	1500	9,6	89,3	10,0
5 % Re	700	720[a]	7,0	48,0	11,0
2 % Fe	750	800[a]	4,1	61,8	16,1
2 % V	750	800[a]	3,2	31,6	6,3
4 % Mn	700	1600	4,4	53,7	7,9
2 % Cr	750	800[a]	1,1	72,0	3,7
2 % Zn	700	1500	1,0	69,9	
2 % Cu	700	1500	0,6	50,1	
2 % Pt	700	1500	0,03	0	
2 % Ni	700	1500	0,01	0	
Notes: [a] – W, s^{-1}					

Catalytic Properties of Mo/ZSM-5 Catalysts.The Mo/ZSM-5 catalyst is the most active and extensively studied catalyst for the dehydroaromatization of methane. Determining the catalytic properties of contacts in the methane conversion process is of great importance, as it involves studying the state of the active forms of Mo, the physical-chemical properties of the zeolite matrix, and the nature of their interactions.

Preparation Method of NH4- and H-Forms of ZSM-5 Zeolite. High-silica zeolites in Na-form do not possess catalytic activity, so they are de-cationized to convert them into the active H-form [14]. The de-cationization of zeolite is carried out by continuous mixing in a 25% NH4Cl solution at 95°C for 2 hours. A water bath is used for heating. After de-cationization, the zeolite is washed with distilled water using Büchner filtration and dried at 100°C for 6 hours. To obtain the H-form, the zeolite is calcined at 550°C for 6 hours.Preparation of Metal-Containing Catalysts Mo/ZSM-5 catalysts are prepared by mechanical mixing of NH4- or H-form zeolite with nanoscale molybdenum powder via solid-phase synthesis. Nanoscale molybdenum powder is obtained using the electrical wire explosion method in an argon atmosphere [8,11]. The particles of the nanoscale Mo powder are spherical agglomerates with sizes ranging from 0.6 to 7.5 nm.The agglomerates are composed of particles with sizes between 40-120 nm. The mixing process is carried out for 2 hours in a KM-1 vibromill. The resulting mixture is heated at 250°C.

Methods

IR Spectroscopy.Infrared (IR) spectra for synthetic samples were obtained using the "Nicolet 5700" FT-IR spectrometer in the range of 2000-400 cm^{-1}.The samples were prepared by compressing them into tablets with KBr under ambient conditions (300 mg of KBr with 1.2 mg of zeolite).The IR spectrum of the investigated zeolite is shown in Figure 1.

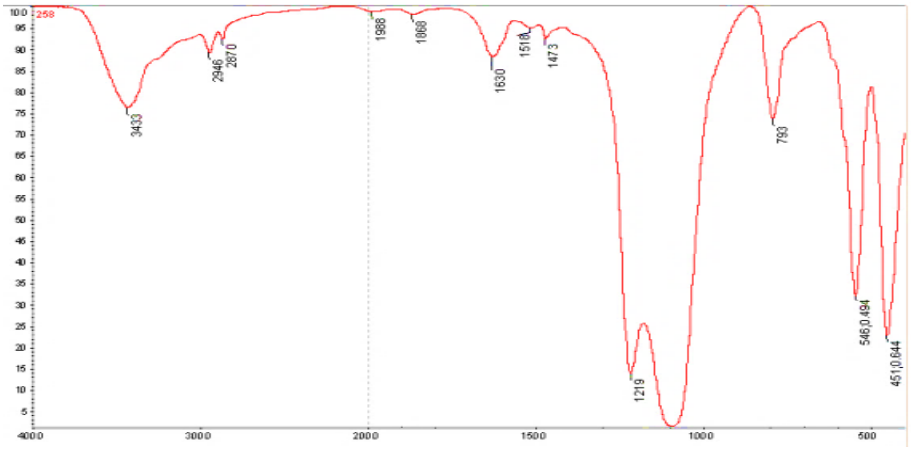


Figure 1.IR Spectrum of the Synthesized Zeolite

It is known that high-silica zeolites are acid-based catalysts, and when methane activation occurs at molybdenum centers, and the subsequent aromatization of intermediate products takes place at the acidic centers of the zeolite, Mo-containing zeolite catalysts exhibit bifunctional characteristics [21]. Therefore, the study of the impact of the acidic properties of the initial zeolite forms used in the preparation of Mo/ZSM-5 catalysts has been of particular interest. The results of the study are presented in Figure 2.

High-silica zeolites are acid-based catalysts. When methane activation occurs at molybdenum centers and the aromatization of intermediate products takes place at the acidic centers of the zeolite, Mo-containing zeolite catalysts exhibit bifunctional characteristics. Therefore, the investigation of the impact of the acidic properties of the initial zeolite forms used in the preparation of Mo/ZSM-5 catalysts is of significant importance.

From the curves shown in Figure 2, it is evident that the thermodesorption curves for all the studied samples have two well-defined temperature maxima in the 175-195°C and 415-440°C regions, indicating the presence of two types of acidic centers (weak and strong acidic centers).

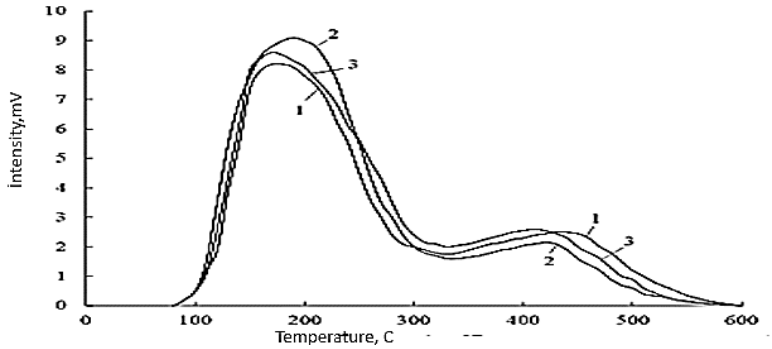


Figure 2.TD Spectra of Zeolite HZSM-5 (1), Zeolite in H- (2) and NH4- (3) Forms, and 4.0% Mo/ZSM-5 Catalysts.

It is important to note that for zeolites in the Na-form, two types of acidic centers are observed even after thermal treatment. Brensted acidic centers are specific only to zeolites in the H-form. However, Brensted acidic centers are only present in zeolites in the H-form. The presence of strong acidic centers in zeolites in the Na-form is related to the use of GMDA (hexamethylenediamine) as an auxiliary substance during the synthesis of zeolite. GMDA, in addition to its structural role, also plays the role of a compensating cation tightly bonded with the zeolite framework. The formation of strong acidic centers occurs during the zeolite calcination process as a result of the decomposition of GMDA. Zeolites do not require a de-cationization stage; however, when other auxiliary substances are used, their re-de-cationization is required to fully remove Na+ cations.When hexamethylenediamine is used, the initial Na-ZSM-5 zeolite contains 0.32% by mass of sodium, and after the de-cationization process, when it is converted to the H-form, this value decreases to 0.04% by mass.

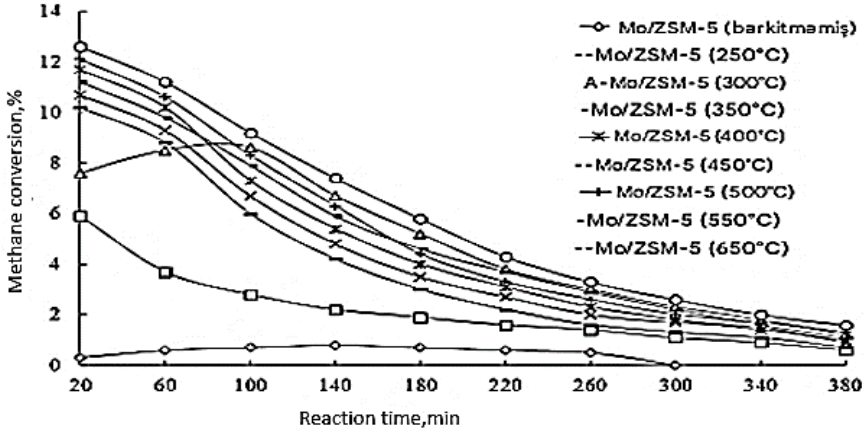


Figure 3. Methane Conversion as a Function of Reaction Time for 4.0% Mo/ZSM-5 Catalyst Heated at Different Temperatures.

It appears that the catalyst that has not been subjected to heat treatment shows the lowest activity in this process, with the methane conversion on it not exceeding 1.0% throughout the reaction.As the heating temperature of the 4.0% Mo/ZSM-5 catalyst increases, its activity and stability improve.For a sample heated at 300°C, an induction period of 100 minutes is observed, during which methane conversion increases from 7.6% to 8.6%.The induction period is related to the fact that only 20% of MoO3 is formed at the heating temperature of this catalyst, which then converts into active MoCx centers upon contact with methane.MoCx is formed when Mo interacts with methane, but this reaction proceeds slowly, and therefore the formation of sufficiently active sites in the 4.0% Mo/ZSM-5 catalyst heated at 300°C takes more time.The highest methane conversion is achieved with the 4.0% Mo/ZSM-5 catalyst heated at 450°C, reaching 12.6% after a 20-minute reaction.

Conclusion

During the treatment of the 4.0% Mo/ZSM-5 catalyst with temperature, the amount of the active MoO3 phase increases, and at 550°C, molybdenum completely transitions into the oxidized phase. However, the highest activity of the 4.0% Mo/ZSM-5 catalyst is achieved at the pyrolysis temperature of 450°C.Additionally, the use of NH4-form zeolite in the preparation of Mo-based

catalysts increases the concentration of strong acid centers, which positively affects the catalytic properties of the catalyst.The highest activity and selectivity in the methane conversion process is demonstrated by the catalyst prepared from NH4-form zeolite, which also allows for a reduction in the number of preparation steps forthecatalyst.

In the methane aromatization process, the highest activity and stability are shown by the Mo-based catalyst prepared from NH4-form zeolite, which also helps reduce the number of catalyst preparation steps.At 750°C and a flow rate of 1000 h^{-1}, the methane conversion in the 4.0% Mo/NH4-ZSM-5 catalyst is 12.7%, while this figure is 11.2% in the 4.0% Mo/H-ZSM-5 sample.

REFERENCES

1. BP Statistical review of world energy.–London.Pure print Group.–2017.–50 p.
2. Horn, R.Methane activation by heterogeneous catalysis / R. Horn,R. Schlogl // Catal. Lett.–2015.–V.145.–P.23-39.
3. McFarland,E.Unconventional chemistry for unconventional natural gas / E.McFarland // Science.–2012.–V.338.–P.340-342.
4. Wang,B.Advances in methane conversion processes / B.Wang,S.Albarracin-Suazo,Y.agan-Torres,E.Nikolla // Catal.Today.–2017.–V.285.–P.147-158.
5. .Пинаева,Л.Г.Перспективы прямой каталитической переработки метана в востребованные химические продукты. Обзор / Л.Г.Пинаева,А.С.Носков,В.Н.Пармон // Катализ в промышленности.– 2017.– Т.17.
6. Mishra,S.Non-oxidative conversion of methane into higher hydrocarbons over Mo/MCM-22 catalyst / S.Mishra, S.Balyan, K.K.Pant, M.A.Haider // J.Chem.Sci.–2017.– V.129.– P.1705-1711.
7. Степанов,А.А.Неокислительная конверсия метана в ароматические углеводороды на цеолитах типа ZSM-5, модифицированных Мои Re /А.А.Степанов, В.И. Зайковский, Л. Л. Коробицына, А.В.Восмериков // Нефтехимия.– 2019.– Т.59.– № 1.– С.83-90.
8. 38.Tan, P.Active phase, catalytic activity and induction period of Fe/zeolite material in nonoxidative aromatization of methane / P.Tan // J.Catal.– 2016.– V.338.– P.21-29.
9. Abdelsayed, V.Investigation of the stability of Zn-based HZSM-5 catalysts for methane dehydroaromatization / V.Abdelsayed, M.W.Smith, D.Shekhawat // Appl. Catal.A:General.–2015.– V.505.– P.365-374.
10. Han,B.A review of the direct oxidation of methane to methanol / B.Han, Y.Yang, Y.Xu, U.J.Etim, K.Qiao, B.Xu, Z. Yan // Chinese J.Catal.– 2016.– V.37.– P.1206-1215.
11. Xu,Y.The catalytic stability of Mo/HZSM-5 in methane dehydroaromatization at severe and periodic CH_4-H_2 switch operating conditions / Y.Xu, J.Lu, J.Wang, Y.Suzuki, Z.-G.Zhang // Chem. En.J.– 2016.– V.168.– P.390-402.
12. Li,X.T., Wang,Y.P.,Chen,D.Y.Recent advances in methane dehydroaromatization using modified zeolite catalysts / X. T.Li, Y.P.Wang, D. Y.Chen // Journal of Molecular Catalysis A:Chemical.- 2022.- V.500.- P.115-120.
13. Wei,Y.G.,Wang,T.M.,Lu, H.X.Effect of metal modification on the catalytic performance of zeolites for methane aromatization / Y.G. Wei, T.M.Wang, H.X.Lu // Journal of Catalysis.-2021.- V.397.- P.45-50.
14. Jang,K.C.,Park,S.P.,Kim,J.H.Methane dehydroaromatization over metal-modified zeolite catalysts / K.C.Jang, S.P.Park, J.H. Kim // Chemical Engineering Science.- 2023.- V. 268.-P.115-118.

15. Rasulov C.K., Mekhtizade R.A., Aghamaliyev Z.Z., Abasov S.I. (2017). Cycloalkylation of para-cresol with 1-methylcycloalkenes in the presence of phosphorous-containing zeolite. Processes of Petrochemistry and Oil Refining, 18(1), 80.
16. Расулов Ч.К., Азизов А.Г., Азимова Р.К., Абдуллаев Э.М., Абасов С.И. (2012). Взаимодействие фенола с циклодимерами изопрена в присутствии цеолита-Y, пропитанного ортофосфорной кислотой. Нефтехимия, 52(5), 390-396.
17. Агамалиев З.З., Аббасов В.М., Расулов Ч.К., Назаров И.Г., Рзаева Н.Ш., Нагиева М.В. (2019). Синтез пространственно-затрудненных метилциклоалкилфенолов и некоторые особенности реакции аминометилирования их аминоэтилнонилимидазолином. Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология, 62(2), 17-24.
18. Aghamaliyev Z.Z. (2021). Production and properties of surface-active compositions based on oxyetized nonylphenol and alkylymidazolines. Processes of Petrochemistry and Oil Refining, Vol.22, No. 1, – p. 50-57.

Дегидроароматизация метана на цеолитовых катализаторах

Немет Садыгов[1], Руфана Гулиева[2], Айтадж Самедова[3], Сабир Амиров[4]

[1,2,3,4] Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
[1,2,3,4] Кафедра органических веществ и технологии высокомолекулярных соединений

[1]Студент магистратуры nemetsadiqov592@mail.com, https://orcid.org/0009-0009-5743-8971
[2]Доцент sabir.54@mail.ru, https://orcid.org/0009-0000-0692-9396
[3]Студент магистратуры rufanequliyeva0@gmail.com, https://orcid.org/0009-0001-9984-2026
[4]Студент магистратуры aliyaazra46@gmail.com, https://orcid.org/0009-0003-3641-4520

РЕЗЮМЕ

Дегидроароматизация метана на цеолитовых катализаторах – это процесс превращения метана в ароматические соединения. Основная цель данного процесса – преобразование метана в ценные ароматические продукты, такие как бензол, толуол и ксилолы. Цеолиты являются эффективными катализаторами, ускоряющими данную реакцию благодаря своей уникальной структуре и большой площади поверхности.

В присутствии цеолитовых катализаторов молекулы метана подвергаются дегидрированию, в результате чего в их структуре развивается ароматичность. Цеолиты (особенно ZSM-5) обладают высокой селективностью и термической стабильностью. Они активируют молекулы метана, способствуя процессу дегидрирования. Пористая структура цеолитов обеспечивает эффективный транспорт реагентов и продуктов реакции.

В ходе процесса молекулы метана сначала дегидрируются, затем превращаются в ароматические соединения, что приводит к образованию ценных углеводородных продуктов. Реакция дегидроароматизации протекает при высокой температуре (450–700°C) и определенных давлениях. Активность и селективность катализатора оптимизируются за счет контроля температуры и давления.

Цеолитовые катализаторы характеризуются высокой каталитической активностью и селективностью, что позволяет получать востребованные ароматические соединения (бензол, толуол, ксилолы) с высокой эффективностью. Этот процесс рассматривается как перспективный метод преобразования простых и широко доступных углеводородов, таких

как метан, в ценные химические продукты.

Одной из основных проблем долгосрочного применения данного процесса является потеря активности цеолитовых катализаторов со временем, особенно из-за накопления углерода на активной поверхности катализатора, что приводит к его дезактивации. Для обеспечения экономической эффективности процесса необходимо рационально использовать энергию и ресурсы, а также обеспечить возможность регенерации катализатора.

Ключевые слова: *метан, ароматические углеводороды, ароматизация, цеолитовые катализаторы, Mo-ZSM-5, селективность*.

Seolit katalizatorları üzərində benzolun propilenlə alkilləşməsi

Nemət Sadıqov[1], Sabir Əmirov[2]
[1,2] Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
[1,2] Üzvi maddələr və Yüksəkmolekullu birləşmələrin texnologiyası kafedarsı
[1] Magistr, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı Şəhəri, nemetsadiqov592@gmail.com
[2] Dosent, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı Şəhəri, sabir.54@gmail.com

Xülasə

Benzolun propilenlə alkilləşməsi alkilaromatik birləşmələrin sənaye istehsalında mühüm proseslərdən biridir. Bu reaksiya yüksək selektivlik və səmərəlilik təmin edən katalizatorların istifadəsini tələb edir. Ənənəvi olaraq, fosfor turşusu və alüminium xlorid kimi homogen katalizatorlar tətbiq edilsə də, onların korroziya və tullantı problemləri mövcuddur. Seolit əsaslı heterogen katalizatorlar isə dayanıqlılıq, yüksək aktivlik və ekoloji uyğunluq baxımından üstünlüklər təqdim edir. Bu məqalədə müxtəlif seolit katalizatorlarının (ZSM-5, Beta, Y) benzolun propilenlə alkilləşməsi prosesində aktivliyi və selektivliyi araşdırılmışdır. Katalizatorların turşuluq xüsusiyyətlərinin, məsamə quruluşunun reaksiyaya təsiri qiymətləndirilmişdir. Təcrübə nəticələri göstərmişdir ki, məhsulun çıxımına istifadə edilən katalizatorun turşuluğu əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Eyni zamanda, proses parametrlərinin (temperatur, mol nisbəti, kontakt müddəti) optimallaşdırılması məhsul seçiciliyinə əhəmiyyətli təsir göstərmişdir.

Tədqiqatın nəticələri göstərir ki, seolit katalizatorlarının seçimi və işləmə şəraiti benzolun propilenlə alkilləşməsinin səmərəliliyini artırmaq üçün mühüm rol oynayır. Bu yanaşma alkilaromatik birləşmələrin istehsalında daha ekoloji və iqtisadi cəhətdən əlverişli alternativlər təqdim edə bilər.

Açar sözlər: Benzol, propilen, alkilləşmə, seolit katalizatorları, ZSM-5, selektivlik, heterogen kataliz

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0131

SYNTHESIS AND RESEARCH OF CATALYTIC SYSTEMS FOR PENTANE ISOMERIZATION PROCESS

Elshan Zeynalov[1], Aytaj Karimova[2]

[1]Associate Professor at the Department of Petrochemical Technology and Industrial Ecology
[1] Doctor of Philosophy in Chemistry, elshan.zeynalov@sabah.edu.az
[2]Master student, aytackarimova9@gmail.com

ABSTRACT

This article presents the synthesis and comparative investigation of various catalytic systems for the isomerization of n-pentane, which belongs to the alkane group. The main objective of the research is to identify optimal isomerization conditions and catalytic systems that ensure the production of high-octane and environmentally friendly fuel components, thereby enhancing the quality of automotive fuels and minimizing their negative impact on the environment.

In the experiments, the industrial catalyst "OMNICAT-210P," based on Y-type aluminosilicate, and its hydrogen form "H-OMNICAT," modified with ammonium nitrate, were used. The performance of both catalysts in the isomerization process was evaluated in the temperature range of 150–350°C, under atmospheric pressure and in a hydrogen atmosphere, using a flow-type laboratory reactor. The hydrogen-to-feedstock ratio was maintained at 2:1, and the composition of the reaction products was analyzed using gas chromatography.

The results show that the "OMNICAT-210P" catalyst achieved the highest isomer yield (13.2%) at 250°C, demonstrating superior selectivity and conversion efficiency. Under the same temperature, the maximum isomer yield obtained using the "H-OMNICAT" catalyst was 9.8%. Although the conversion rate increased with temperature for both catalysts, the amount of isomers decreased. This is attributed to intensified cracking reactions and the formation of low-molecular-weight by-products at higher temperatures, which negatively affect the efficiency of the isomerization process.

The experimental findings confirm that "OMNICAT-210P" is a more favorable and productive system for the isomerization process. On the other hand, the performance indicators of the "H-OMNICAT" catalyst suggest a need for further research aimed at its modification and development. In this direction, methods such as metal salt impregnation and ion-exchange are planned to enhance the catalyst's activity and stability.

Overall, this research is significant in terms of valorizing low-boiling petroleum fractions through isomerization, as well as in the synthesis and comparative analysis of alternative catalytic systems. The findings provide a solid scientific basis for developing new technological approaches to obtaining more efficient and high-quality fuel components in the petrochemical industry, increasing energy efficiency, and reducing environmental impact.

Key words: Isomerization, catalyst, zeolite (H-zeolite), pentane, isomerate, automotive gasoline, conversion, OMNICAT

INTRODUCTION

The isomerization process is applied to increase the octane number of fuels. In addition to improving the ecological quality of fuels used in automobiles, the applied method also reduces the amount of aromatic hydrocarbons and indirectly lowers the amount of benzene, which has the lowest boiling point and toxic properties [4]. As a result of this process, reformate undergoes additional treatment. In this case, the isomerization of fractions with low boiling points in the gasoline composition takes place. This has become the "gasoline" process applied in recent years to increase the octane number [5-8].

Isomerization technology was initially applied in the 1930s in the United States and other European countries with the aim of improving fuel quality indicators, using pentane and hexane as raw materials. For the first time in the 1950s, $AlCl_3$ and HCl were used as catalysts, and n-C_4H_{10} was used as a raw material at a temperature of 90-120°C to obtain the isomer. Later, the application of other catalysts was adopted.

In this process, raw materials containing a high proportion of pentane and hexane, such as raffinates, are used to obtain isomers. Light fractions with a low boiling point (boiling point - 62°C) are preferred as raw materials. Since the composition of light fractions consists mainly of straight-chain hydrocarbons, they are subjected to the isomerization process, which further improves their properties [1-2].

As we know, about 30% of the products obtained from the petrochemical industry are used as gasoline in automobiles. To reduce the environmental damage caused by the use of these gasolines, several methods are employed. The most important of these is the improvement of gasoline quality. The catalytic isomerization process applied in the destructive refining of petroleum, in addition to obtaining iso-components used to improve the quality of automotive gasoline, also allows for the production of raw materials used in petrochemicals and the production of isoprene rubber for the polymer industry [9]. This process is also used to obtain iso C_{10}-C_{18} components, which are added to diesel fuels and oil fractions as additives.

Performing the isomerization process in a hydrogen environment increases the catalyst's stability and activity, as well as improves the quality of the obtained product. The parameters of the isomerization process change depending on the catalysts used, which also leads to modifications in the design of the technology [4-7].

In the present study, the isomerization process was applied in a comparative manner on zeolite catalysts ("OMNİCAT-210P" and "H-OMNİCAT") in a hydrogen environment.

EXPERIMENTAL PROCEDURE

The isomerization process must be carried out in a hydrogen environment. For this, hydrogen is taken in a certain ratio to the raw material. The type of reactor used for this process is a flow-type reactor [3]. The process takes place when the temperature in the reactor is within the range of 250-350°C. The amount of hydrogen entering the process is twice the amount of raw material taken, i.e., in a 2:1 ratio. Zeolite-type catalysts with medium activity are used as the catalyst here. To compare the conducted studies, one of the catalysts used is the industrial "OMNİCAT-210P" and the other is the "H-OMNİCAT" zeolite-type catalyst. The amount of catalyst used is 5 cm^3 [8-10].

To prepare the hydrogen-form catalyst, the first given catalyst is treated with a solution of 2N NH_4NO_3 (ammonium nitrate) in water in a 3:5 ratio. For the product to be ready, the solution and catalyst must be mixed regularly for 1 hour at a temperature of 50-60°C. After 1 hour, the mixture

is cooled. Then, it is filtered and washed with distilled water at room temperature. After the washing stage, the mixture is filtered again using a filter. To carry out the drying stage, a drying cabinet is used. Here, the mixture is dried for 3-5 hours at 120°C with atmospheric air conditions for 24 hours. After this stage is completed, the catalyst mixture is subjected to calcination in a muffle furnace for 5 hours at 500°C. Finally, it is granulated and brought to a usable form.
The raw materials used and the products obtained from the reaction were analyzed using chromatography. The chromatography method applied is the "CHROM-5" with a flame-ionization detector. The chromatography column is made of glass material and is 1 meter in length. The sorbent used here is a form of vaseline oil impregnated on the surface of Inzen brick (INZ-600). As previously mentioned, since the process is carried out in an environment with intensive hydrogen, generators are used to obtain the required hydrogen in addition to hydrogen gas.

RESULTS AND ITS DISCUSSION

One of the most promising methods to obtain both environmentally friendly and high-octane transportation fuel is the isomerization process of gasoline fractions with a low boiling point. The fractions based on isopentane and isooctane obtained as a result of the process help to increase the octane number. Depending on the raw material taken and the product obtained, the fraction is either added directly to the fuel or used as a component.
As emphasized in the experimental section, two types of catalysts were used to determine which catalyst is more efficient for isomerization. The industrial "OMNİCAT-210P" catalyst, based on Y-type sodium aluminosilicate zeolite, and its hydrogen form "H-OMNİCAT" were used. Based on the conducted tests, the parameters, yield, and conversion for both catalysts were determined. It should be noted that the process for both catalysts was carried out at temperatures between 150-350°C, with a duration of 0.33 hours to 1 hour, and the ratio of hydrogen to raw material was 2:1. The pressure of the process was maintained at atmospheric pressure. By keeping these indicators constant, the temperature was increased from 150°C to 350°C.
For the isomerization process carried out in the 150-350°C range, five temperature points were selected, and the yield of isomers and the conversion rate of the raw material were determined. These values were based on the results of chromatographic analyses. As a result of the conducted research, the conversion rate of n-pentane and the key indicators of the obtained isomerizate at five temperature points, in the presence of "OMNİCAT-210P" and "H-OMNİCAT" catalysts, are shown in the table for comparative analysis.

Table 1. Indicators of the hydroisomerization process with the participation of zeolite-based catalysts.

Parameters	Catalysts									
	OMNİCAT-210P					H-OMNİCAT				
Temperature, °C	150	200	250	300	350	150	200	250	300	350
Amount of isomers, %	7,8	11,4	13,2	10,9	6,5	5,4	8,7	9,8	6,3	4,2
Conversion rate, %	25,6	28,4	36,1	45,2	59,7	12	17	26,7	33,5	40,5

As shown in Table 1, with the increase in temperature, the conversion rate of both catalysts rises. However, based on the comparison, the "OMNİCAT-210P" catalyst appears to be more productive. At 250°C, the conversion for the first catalyst is 36.1%, while for the second it is 26.7%. At the 250°C temperature, the maximum yield of isomers is noted for both catalysts. After

a certain temperature, the yield of isomerizate starts to decrease.
For the "OMNİCAT-210P" catalyst, at the reaction zone temperature of 150°C, the yield of isomers is 7.8%. At 200°C, this value increases to 11.4%, and at 250°C it reaches the highest yield of 13.2%. At 300°C, the yield starts to decline, recorded at 10.9%. At 350°C, the yield is 6.5%. The maximum yield for this catalyst is at 250°C, and the conversion occurs at 350°C.
For the "H-OMNİCAT" catalyst, at 150°C, the yield is 5.4%. At 200°C, it increases to 8.7%. At 250°C, the maximum yield is achieved, recorded at 9.8%. From 300°C onwards, the formation percentage of isomerizate (6.3%) begins to decrease. At 350°C, the lowest yield is recorded at 4.2%. The maximum yield temperature for isomers is also 250°C, and the conversion occurs at 350°C.
After determining the optimal temperature value, we should carry out the process at that temperature. If the temperature is higher, it will negatively affect the results of the process. Specifically, if the temperature exceeds the optimal range, the octane number of the isomerizate will decrease. This is due to the increase in cracking reactions, which produce fragmentation products. These are normal straight-chain alkanes with low molecular weights. The increase in fragmentation products leads to a rise in the conversion rate, which causes the isomerization process to weaken.

CONCLUSIONS

Based on the experiments conducted, it can be concluded that carrying out the process at a lower temperature is more efficient for obtaining pentane isomers. Specifically, a temperature of 250°C is considered optimal for both the "OMNİCAT-210P" catalyst and the "H-OMNİCAT" catalyst. At this temperature, the highest yield of isomers was obtained for both catalysts tested. As a result, the process using the selected zeolite-based sodium aluminosilicate "OMNİCAT-210P" catalyst proved more favorable, with the highest yield of isomers recorded for this catalyst. This indicates that this catalyst is more effective than others, confirming its higher efficiency. At the same time, future research is planned to be conducted on the "H-OMNİCAT" catalyst, with experiments focused on improving its properties. Specifically, nickel salts impregnation and ion-exchange methods will be used to enhance the catalyst. These methods are expected to increase the catalyst's activity and further improve the efficiency of the isomerization process.

REFERENCES

1. Brito K.D., Sousa B.V., Rodrigues M.G.F., Alves J.J.N. Kinetic modelling of the isomerization of n-hexane using bifunctional Pt-Ni/Mor catalysts // Brazilian Journal of Petroleum and Gas, Vol. 2, N 1, 2008, p. 1-8.
2. Benitez, V. M. Silica supported superacid isomerization catalysts / V. M. Benitez, C.R. Vera, C. L. Pieck, F. G. Lacamoire, J. C. Yori, J. M. Grau, J. M. Parera // Catalysis Today. – 2005. – V. 107-108. – P.651–656.
3. Mamedova, M.T./ Isomerization of mitures of n-alkanes on modified zirconium sulfate catalysts // Synchrotron Radiation Techniques for Catalysts and Functional Materials, Novosibirsk: -31 oktyabr-3 noyabr, -2022, -p.106-107.
4. Arata, K. Solid superacids / K. Arata // Advances in Catalysis. – 1990. – V. 37. – P. 165–211.
5. Hino, M. Meta-Stannic acid as an effective support for the preparation of sulfated and tungstated stannias / M. Hino, S. Takasaki, S. Furuta, H. Matsuhashi, K. Arata // Applied.
6. Loften T. Isomerisation of n-hexane over sulphated zirconia modified by noble metals / T. Loften, E. Blekkan // Applied Catalysis A: General. – 2006. – V.299. – № 1–2. – P. 250–257.

7. Yu G.X. Re_2O_3-promoted Pt–SO^{2-}_4/ZrO_2–Al_2O_3 catalyst in n-hexane hydroisomerization / G.X. Yu, D.L.Lin, Y.Hu, X.L. Zhou, C.L.Li, L.F.Chen, J.a. Wang, // Catalysis Today. – 2011. – V. 166. – № 1. – P. 84–90.
8. Wu, Y. Review of SO^{2-}_4 /M_xO_y solid superacid catalysts / Y. Wu, S. Liao // Frontiers of Chemical Engineering in China. – 2009. – V. 3. – №3. – P. 330–343.
9. Wong S.-T., Li T., Cheng S., Lee J.-F., Мои C. Y. Aluminum-promoted tungstated zirconia catalyst in n-butane isomerization reaction // J. Catal. - 2003. - V. 215, No. 1.-P. 45-56.
10. Song H. Effect of Al Content on the Isomerization Performance of Solid Superacid Pd–$S_2O^{2-}_8$ /ZrO_2–Al_2O_3 / H. Song, N. Wang, H. Song, F. Li, Z. and Jin // Chinese Journal of Chemical Engineering. – 2014. – V. 22. – № 11–12. – P. 1226–1231.

Синтез и исследование каталитических систем для процесса изомеризации пентана

Э.Т.Зейналов [1], А.Э. Каримова [2]
[1]Доцент кафедры нефтехимической технологии и промышленной экологии.
[2] Кандидат химических наук, elshan.zeynalov@sabah.edu.az
[2] Магистр, aytackarimova9@gmail.com

РЕЗЮМЕ

В данной статье представлены синтез и сравнительное исследование различных каталитических систем для изомеризации n-пентана, относящегося к группе алканов. Основной целью исследования является определение оптимальных условий изомеризации и катализаторных систем, обеспечивающих получение высокооктановых и экологически чистых компонентов топлива, что способствует повышению качества автомобильного бензина и снижению его негативного воздействия на окружающую среду.

В экспериментах использовались промышленный катализатор “OMNICAT-210P” на основе алюмосиликата Y-типа и его водородная форма “H-OMNICAT”, модифицированная раствором нитрата аммония. Эффективность обоих катализаторов в процессе изомеризации оценивалась в температурном диапазоне 150–350°C при атмосферном давлении и в среде водорода в проточном лабораторном реакторе. Отношение водорода к сырью поддерживалось в пропорции 2:1, а состав продуктов реакции анализировался методом газовой хроматографии.

Результаты показали, что катализатор “OMNICAT-210P” достиг наибольшего выхода изомеров (13,2%) при температуре 250°C, продемонстрировав высокую селективность и степень конверсии. При той же температуре максимальный выход изомеров с использованием катализатора “H-OMNICAT” составил 9,8%. Несмотря на то, что при повышении температуры степень конверсии увеличивалась для обоих катализаторов, выход изомеров снижался. Это связано с усилением реакций крекинга и образованием низкомолекулярных побочных продуктов, что отрицательно влияет на эффективность изомеризации.

Полученные экспериментальные данные подтверждают, что катализатор “OMNICAT-210P” является более предпочтительной и продуктивной системой для процесса изомеризации. Показатели эффективности катализатора “H-OMNICAT” указывают на необходимость дальнейших исследований, направленных на его модификацию и совершенствование. В этом направлении планируется применение методов пропитки солями металлов и ионного обмена для повышения активности и стабильности катализатора.

В целом, это исследование имеет важное значение в аспекте вовлечения низкокипящих нефтяных фракций в процесс изомеризации, а также в синтезе и сравнительном анализе альтернативных каталитических систем. Полученные результаты создают научную основу для разработки новых технологических подходов к получению более эффективных и качественных компонентов топлива в нефтехимической промышленности, повышения энергоэффективности и снижения негативного воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: Изомеризация, катализатор, цеолит (H-цеолит), пентан, изомеризат, автомобильный бензин, конверсия, OMNICAT

Pentanın izomerləşmə prosesi üçün katalitik sistemlərin sintezi və tədqiq edilməsi

Elşən Zeynalov[1] , Aytac Kərimova[2]

[1]Neft-kimya texnologiyası və sənaye ekologiyası kafedrasının dosenti

[1] Kimya üzrə fəlsəfə doktoru, elshan.zeynalov@sabah.edu.az

[2] Magistr, aytackarimova9@gmail.com

XÜLASƏ

Bu məqalədə alkanlar qrupuna daxil olan n-pentanın izomerləşməsi üçün müxtəlif katalitik sistemlərin sintez olunması və onların effektivliyinin müqayisəli şəkildə tədqiqi aparılmışdır. Tədqiqatın əsas məqsədi avtomobil yanacaqlarının keyfiyyətini artırmaq, eyni zamanda ətraf mühitə olan mənfi təsirləri minimuma endirmək üçün yüksək oktanlı və ekoloji cəhətdən təmiz yanacaq komponentlərinin alınmasını təmin edən optimal izomerləşmə şərtlərinin və katalizator sistemlərinin müəyyənləşdirilməsidir.

Təcrübələrdə Y-tipli alumosilikat əsaslı "OMNİCAT-210P" katalizatoru və onun amonyum duzu ilə modifikasiya edilmiş hidrogen forması "H-OMNİCAT" istifadə edilmişdir. Hər iki katalizatorun izomerləşmə prosesində göstərdiyi performans 150–350°C temperatur aralığında, atmosfer təzyiqində və hidrogen mühiti şəraitində, axın tipli laboratoriya reaktorunda qiymətləndirilmişdir. Hidrogenin xammala nisbəti 2:1 olmaqla müəyyən edilmiş, məhsulların tərkibi isə xromatoqrafik analiz üsulu ilə təhlil olunmuşdur.

Tədqiqat nəticələri göstərmişdir ki, "OMNİCAT-210P" katalizatoru 250°C temperaturda maksimal izomer çıxımı (13.2%) ilə daha yüksək selektivlik və konversiya dərəcəsi nümayiş etdirmişdir. Eyni temperaturda "H-OMNİCAT" katalizatoru ilə əldə olunan maksimal izomer çıxımı 9.8% olmuşdur. Temperatur artdıqca hər iki katalizator üçün konversiya dərəcəsi artsa da, alınan izomerlərin miqdarı azalmışdır. Bu hal, yüksək temperaturda krekinq reaksiyalarının güclənməsi və aşağı molekullu parçalanma məhsullarının əmələ gəlməsi ilə izah olunur ki, bu da izomerləşmə prosesinin effektivliyinə mənfi təsir göstərmişdir.

Təcrübə nəticələri sübut edir ki, OMNİCAT-210P katalizatoru izomerləşmə üçün daha əlverişli və məhsuldar bir sistemdir. H-OMNİCAT katalizatorunun göstəriciləri isə onun modifikasiyası və inkişaf etdirilməsi üçün əlavə tədqiqatlara ehtiyac olduğunu göstərir. Bu istiqamətdə, metal duzları ilə islatma və ion mübadilə üsulları tətbiq olunmaqla katalizatorun aktivliyinin və sabitliyinin artırılması nəzərdə tutulur.

Ümumilikdə, bu tədqiqat aşağı qaynama temperaturuna malik neft fraksiyalarının izomerləşmə yolu ilə dəyərləndirilməsi, alternativ katalitik sistemlərin sintezi və müqayisəli analizi baxımından əhəmiyyətlidir. Alınmış nəticələr neft-kimya sənayesində daha səmərəli, yüksək keyfiyyətli yanacaq komponentlərinin əldə olunmasına, enerji effektivliyinin artırılmasına və ətraf mühitə təsirin azaldılmasına yönəlmiş yeni texnoloji yanaşmaların formalaşdırılması üçün mühüm elmi əsas yaradır.

Açar sözlər: *İzomerləşmə, katalizator, zeolit (H-zeolit), pentan, izomerizat, avtobenzin, konversiya, OMNICAT*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0137

TREATMENT DETERGENT ADDİTİVES BASED ON ALKYLSALİCYLİC ACİDS AND MAGNESİUM OXİDE

Ayralova Tamara[1], Askerzadeh Nazrin[2], Azizli Sabir[3]

[1,2,3,4]Azerbaijan State University of Oil and Industry Department of "Technology of Organic Substances and High Molecular Compounds"
[1]tamara.ayralova@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-2261-236
[2] nezrinasgarzada@gmail.com
[3]azizli_028@mail.ru

ABSTRACT

Obtaining neutral alkyl salicylates of magnesium and calcium. Synthesis of neutral alkyl (C16–C18) magnesium salicylates (NAMS) was carried out in a reactor equipped with a stirrer, a refrigerator, a thermometer, and a heating element. Samples of magnesium oxide produced by domestic industry according to GOST 4526-67 and 844-79 were used. For comparison, syntheses were also carried out on an imported sample of magnesium oxide from Merck, Germany. A sample of TAMS with an AN equal to 103 mg KOH/g was used as the initial TAMS. The neutralization reaction of TAMS was carried out at a temperature of 80°C for 2 hours with constant intensive stirring. The process was carried out in a gasoline solution and M-6 oil. Then the gasoline solution of NAM was purified from mechanical impurities by centrifugation for 30 min and a centrifuge rotation speed of 3000 rpm.

Carbonation was carried out in a reactor equipped with a thermometer, a reflux condenser and a stirrer. Isopropanol and methanol were used as a promoter in obtaining a highly alkaline magnesium-calcium additive. A distinctive feature of the syntheses was the use of water as a co-promoter, along with glacial acetic acid, which is not traditional for carbonation involving calcium hydroxide.

Keywords: *alkyl salicylate additive, magnesium oxide, technical alkyl salicylic acids, neutral magnesium alkyl salicylates, carbonation, superalkaline additive, ash content.*

INTRODUCTION

Detergent additives are necessary when creating motor oils (MO) for gasoline, forced diesel and marine engines. During operation, the temperature of these oils increases, which leads to an acceleration of their oxidation processes with the formation of acidic and insoluble products. During fuel combustion, SO_3 is also formed, which, upon contact with oil, also accelerates its aging process. To reduce the negative impact of these processes on oils, metal-containing detergents are added to them. Alkyl salicylate additives provide high antioxidant (due to the salicylate group), detergent and neutralizing properties of oils at elevated temperatures. These additives have an alkalinity reserve due to the presence of sodium, calcium, barium or magnesium. When burned, the additives form ash, which can also be deposited on engine parts. In connection with the above, the ratio between ash content, metal content and alkalinity reserve is important for ash detergents. It was previously shown [1] that magnesium-containing additives

have significantly higher alkalinity with the same ash content compared to detergents containing other cations. This circumstance determined the increased interest in magnesium-containing detergents, especially when creating MM with high alkalinity.

Such additives have TBN (total base number, BN), measured according to ISO 3771, in the range from 30 to 600 mg KOH/g. Currently, Shell has organized industrial production of magnesium alkyl salicylates with a total alkalinity of more than 330 mg KOH/g (SAP 007) and Unfineum (Unfineum C9012). The technical result is a reduction in diesel engine clogging with solid particles. TBN is a measure of how well a lubricating oil composition can neutralize acidic by-products of combustion/oxidation and is defined as the amount of acid, expressed as the equivalent number of milligrams of potassium hydroxide, required to neutralize all the major constituents present in 1 g of a sample of the lubricating oil composition. Magnesium-containing detergents can be either neutral or have increased alkalinity. According to the data of [2], excess alkalinity is provided by the formation of colloidal dispersions of alkali metal compounds with a particle size of less than 0.1 μm, in which salicylate is a stabilizing agent. It is most preferable for magnesium salicylates to be substituted with one linear alkyl substituent containing from 14 to 18 carbon atoms [3].

The aim of this work is to synthesize a low-ash magnesium-containing salicylate additive based on magnesium oxide and technical alkyl (C_{16}–C_{18}) salicylic acids.

EXPERIMENTAL

Alkylsalicylic acids. Two samples of technical alkyl (C_{16}–C_{18}) salicylic acids (TASA) were used, characterized by different acid number (AN) values. The samples were collected on the unit and obtained by carboxylation of target alkylphenols, which were in turn produced by alkylation of phenol with ethylene oligomers of the C_{16}–C_{18} fraction from the company.

Magnesium oxide. World experience in obtaining highly alkaline magnesium alkyl salicylates indicates that the synthesis conditions and the level of alkalinity gained in additives depend on the quality of the magnesium oxide used, i.e. on its activity determined by the iodine number (GOST 844-79). If the iodine number is 65–70 mg I2/g, then the conversion of magnesium oxide into its hydroxide occurs in 90 min, if the iodine number is 70–100 mg I2/g – in 30 min, and finally, if the iodine number is 100–140 mg I2/g – in 15 min.

Table 1. shows the results of determining the activity of the magnesium oxide samples used in the studies.

№ sample MgO	NTD (manufacturer)	Activity index, mg-eq. I2/100 g MgO	
		norm	fact
I	GOST 4526-67	Not standardized	38.5
II	Germany, f. “Merck” (extra pure) E-530	Not standardized	121.9
III	GOST 844-79	Within 30–75	31.1

Obtaining neutral alkyl salicylates of magnesium and calcium. Synthesis of neutral alkyl (C16–C18) magnesium salicylates (NAMS) was carried out in a reactor equipped with a stirrer, a refrigerator, a thermometer, and a heating element. Samples of magnesium oxide produced by domestic industry according to GOST 4526-67 and 844-79 were used. For comparison, syntheses were also carried out on an imported sample of magnesium oxide from Merck, Germany. A sample of TAMS with an AN equal to 103 mg KOH/g was used as the initial TAMS. The

neutralization reaction of TAMS was carried out at a temperature of 80□C for 2 hours with constant intensive stirring. The process was carried out in a gasoline solution and M-6 oil. Then the gasoline solution of NAM was purified from mechanical impurities by centrifugation for 30 min and a centrifuge rotation speed of 3000 rpm.

Carbonation was carried out in a reactor equipped with a thermometer, a reflux condenser and a stirrer. Isopropanol and methanol were used as a promoter in obtaining a highly alkaline magnesium-calcium additive. A distinctive feature of the syntheses was the use of water as a co-promoter, along with glacial acetic acid [4], which is not traditional for carbonation involving calcium hydroxide.

Table 2. Synthesis of NAM

Magnesium oxide used	Molar ratio		Alkaline number of the obtained product, mg KOH/g
	MgO : TACK	MgO : H_2O	
QOST 4526-67	1.0 : 1.2	1.0 : 1.0	56.8
	1.0 : 1.2	1.0 : 2.2	62.7
	1.0 : 2.0	1.0 : 2.2	60.8
QOST 844-79	1.0 : 1.2	1.0 : 1.0	50.3
	1.0 : 1.2	1.0 : 2.2	71.8
	1.0 : 2.0	1.0 : 2.0	60.2
Company “Merck”, Germany	1.0 : 1.2	1.0 : 1.0	94.7
	1.0 : 1.2	1.0 : 2.2	108.6

The reactor was successively loaded with: magnesium oxide, water, carbonation object depending on the selected direction, gasoline, and promoter. Promoters were introduced into the reactor upon reaching the synthesis temperature before feeding carbon dioxide. Carbon dioxide consumption was measured using a rotameter. Synthesis was carried out at a temperature of 70–75°C when working with isopropanol, and 55–60°C when working with methanol [5]. The initial reagents were loaded either by successively feeding all reagents directly into the reactor or by preliminary preparation of a suspension of calcium hydroxide in NAM.

In a number of experiments, intermediate samples of the carbonated product were taken to establish the tendency for alkalinity accumulation. Water and promoter were distilled off from the collected samples, centrifuged, gasoline was distilled off, and the alkali number was determined.

Table 3. Synthesis conditions and products of highly alkaline magnesium-magnesium alkyl salicylate additive

№	Molar ratio to NAS							Mass ratio to NASM		Time, h	Alkaline number of the product, mg KOH/g
	NASM	TASK	H_2O	MgO	promoter		CO_2	gasoline-solvent	OİL M-6		
					Isopro-panol	acetic acid					
1	1.0	—	4.6	4.6	4.1	—	4.6	2.0	—	3.0	79.8
							7.7			5.0	106.0
2	1.0	—	4.9	4.9	5.5	0.6	0.3	1.4	—	6.0	189.0
3	1.0	3.0	21.4	13.5	19.2	1.9	8.4	10.0	1.0	2.0	139.6
							20.8			5.0	195.4
4	1.0	3.0	20.4	12.9	18.4	1.8	1.4	10.0	1.0	2.0	193.8
							2.7			4.0	196.2
5	1.0	3.0	20.4	38.8	18.4	1.8	4.2	10.0	1.0	6.0	210.0

The experiment was continued after decanting the reaction mass, then loading an additional amount of $Ca(OH)_2$ into the reactor and resuming the carbonation process;
** Methanol was used as a promoter.

RESULTS AND DISCUSSION

The results of the synthesis of NAS in various component ratios are presented in Table 2, from which it is evident that all tested samples of magnesium oxide, both domestic and foreign, can be successfully used to obtain NAS. Samples obtained on the domestic product (Table 2, runs No. 1, 2, 4 and 5) are characterized by close values of alkaline numbers corresponding to the requirements (60–70 mg KOH/g) imposed on neutral alkyl salicylate additives obtained on the basis of metals. Of course, the use of imported magnesium oxide from Merck, which is characterized by the highest activity according to the iodine number, in the synthesis ensures the maximum values of the alkaline number of the obtained NAM samples.

Such high values of the alkaline number of the specified samples can be due to the production, along with NAM, of a complex magnesium phenate alkyl salicylate of the following structure.During the development of the process, it was found that with an increase in the molar ratio of MgO: H_2O to 1.0: 2.2 (with their stoichiometric ratio of 1.0: 1.0), the magnesium alkyl salicylate obtained with excess water has a slightly higher alkalinity. Obviously, in this case, water accelerates the process of converting magnesium oxide into hydroxide, which contributes to a more complete reaction. However, it should be noted that excess water can negatively affect the carbonation process at the next stage of the synthesis of highly alkaline additives. Increasing the molar ratio of MgO:TASK from 1.0:1.2 to 1.0:2.0 does not lead to an increase in the alkaline number of the obtained product.

Table 4. Synthesis of highly alkaline magnesium-calcium alkyl salicylate additive

№	Molar ratio to HASM						Mass ratio of solvent gasoline to NAS	Time	mq KOH/q
	HACM	H_2O	$Ca(OH)_2$	promoter		CO_2			
				CH_3COH	CH_3COOH				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1.0	—	3.1	2.6	—	2.6	1.0	4.0	61.3
2	1.0	1.7	2.1	4.8**	0.18	1.2	2.0	1.5	94.0
3	1.0	0.9	1.0	2.4**	0.02	0.5	1.0	1.5	82.8
4	1.0	2.8	3.5	4.3	—	2.7	3.3	2.5	170
						5.4		5.0	235
4*		2.8	2.4	—	—	1.9		+1.0	300
5	1.0	1.7	1.9	2.6	—	1.1	2.0	3.0	270
5*			2.8	—	—	1.1		+1.0	310
6	1.0	0.4	1.6	2.6	—	1.0	0.5	3.0	250
6*			1.0	2.6	—	0.5		+2.0	310
7	1.0	1.7	2.1	2.6	—	1.6	2.0	2.0	340
8	1.0	1.7	2.1	2.6	0.18	1.6	2.0	2.0	310

Synthesis of highly alkaline magnesium-containing alkyl salicylate additives.

Highly alkaline additives are obtained in the process of carbonation of NAM in the presence of magnesium oxide or calcium hydroxide. The essence of carbonation is to obtain a stable dispersion of alkaline earth metal carbonate in oil. Alkyl salicylate additives are a colloidal system consisting of small micelle aggregates. Micelles consist of a carbonate charge ($MgCO_3^-$ or $CaCO_3$) and an adsorption shell (alkyl salicylate). In a hydrocarbon medium, micelles are solvated and stabilized.

The carbonation process is influenced by many factors: the amount of carbon dioxide supplied, the duration of its absorption, temperature, the presence of water, the ratio of the initial reagents, the loading order, as well as the water:promoter ratio [6].

Synthesis of magnesium-magnesium alkyl salicylate additive.

This section studies the possibility of obtaining a highly alkaline magnesium-magnesium additive by carbonation of NAS using domestically produced magnesium oxide at both stages of the process.

NAS samples with alkali numbers of 62.7, 60.8 and 60.2 mg KOH/g, respectively, were used as feedstock during the synthesis.

This paper considers two directions:

• the possibility of obtaining a highly alkaline additive directly from NAS, with carbonation being performed by adding magnesium oxide, water in the form of a suspension of uniform consistency, under the influence of CO_2 in the presence of a promoter (Table 3, syntheses 1, 2);

• carbonation of the same reagent mixture, but according to the technology, TASK and oil are added to the reaction mixture in a ratio of the latter 1.0 to 1.5 to 1.0 parts of NAS;

Isopropanol was used as a promoter in obtaining the magnesium-magnesium additive; in some experiments, isopropanol with glacial acetic acid added as a co-promoter was used.

In experiment 1, NAM and gasoline were loaded with stirring into the prepared suspension consisting of magnesium oxide, water in a molar ratio of 1.0:1.0 and a promoter. A large breakthrough of carbon dioxide was observed during the synthesis. The total synthesis time was 5 h. The product was a mobile orange liquid with an alkalinity of 106 mg KOH/g.

In experiment 2, as a result of adding acetic acid as a co-promoter, it was possible to significantly increase the alkalinity and obtain a product with an alkalinity of 189 mg KOH/g.

A mixture of NAM and an additional amount of TASK, taken in a molar ratio of 1.0:3.0, was used as raw material for experiments 3–5. The syntheses were carried out in the presence of a co-promoter – acetic acid in a molar ratio of isopropanol promoter in a ratio of 1.0 : 10.0

Experiment 3 was carried out with simultaneous loading of all reagents. After 5 hours, a product with an alkalinity of 195.4 mg KOH/g was obtained.

In experiment 4, NASM, TASK, gasoline and water were loaded into the reactor. The reaction mass was heated to 40□C and a pre-prepared suspension of magnesium oxide in oil was fed with constant stirring. After 4 hours of reaction, the alkalinity of the product reached 196.2 mg KOH/g.

Experiment 5 was carried out in order to establish the possibility of obtaining a highly alkaline product by increasing the concentration of the active component of magnesium oxide by three times in the reaction mixture, while maintaining the ratio of NASM, promoters and water at the same level as in experiment 4. The obtained product is transparent, viscous, and has low fluidity at room temperature. However, the required alkalinity level (more than 280 mg KOH/g) could not be achieved.Thus, changing the synthesis conditions (the nature and ratio of components, the order of experiments, etc.) did not result in obtaining an additive with a sufficient level of alkaline properties.

Synthesis of magnesium-calcium alkyl salicylate additive

Next, the possibility of obtaining a highly alkaline magnesium-calcium additive by carbonation of NASM synthesized on domestically produced magnesium oxide in the presence of calcium hydroxide was investigated.

In the synthesis of highly alkaline magnesium-calcium additive, NASM samples were used as the feedstock, characterized by an alkaline number of 62.7, 60.8, and 60.2 mg KOH/g, respectively. The results of the synthesis studies are given in Table 4.

As follows from the obtained results, in the absence of an additional amount of water (experiment 1), the carbonation reaction does not occur, and the alkaline number of the product is practically equal to the initial one for NAM. The use of methanol as a promoter (experiments 2 and 3) led to the formation of a gel, for this reason isopropyl alcohol was used in further experiments. An increase in the amount of promoter and water resulted in an increase in the alkaline number.

An increased ratio of solvent and promoter to NAM (in experiment 4 compared to experiment 1) made it possible to increase the alkaline number of the product to 233.5 mg KOH/g after 5 hours of synthesis. Then a new synthesis method was used, which consisted in the fact that the reaction mass was decanted, and an additional amount of alkali was loaded into the reactor. As a result, after repeated carbonation for 1 hour, a product with an alkalinity of 307.0 mg KOH/g was obtained. Experiment 5 was carried out with an increased ratio of NAM in the expectation that its excess would provide a higher base number. Indeed, after only 3 hours of carbonation, a product with an base number of 278.0 mg KOH/g was obtained. Then, as in experiment 4, the reaction mass was decanted and repeated carbonation was carried out for 1 hour with an additional amount of alkali. A product with an base number of 311 mg KOH/g was obtained. Experiment 6 was carried out by changing the calcium hydroxide:promoter ratio. A product with an alkaline number of 252.0 mg KOH/g was obtained after 3.0 h of synthesis. The new synthesis method with repeated carbonation, which involves the introduction of fresh calcium hydroxide into the reactor, made it possible to increase the alkalinity of the product to 317 mg KOH/g in 2.0 h. It should be noted that a decrease in the mass ratio of solvent gasoline to NASM to 0.5 is not accompanied by a decrease in the carbonation results.

Experiments 7 and 8 with the same loading of raw materials differ in the preparation of the reaction mass for carbonation. In experiment 11, all reagents were loaded into the reaction by sequentially feeding them directly into the reactor. In addition, in experiment 8, a co-promoter, acetic acid, was used. As a result, a very viscous product with an alkalinity of 345.0 mg KOH/g was obtained after 2 hours of carbonation.

Experiment 7 was carried out by carbonation of a pre-prepared suspension of calcium hydroxide in NASM. As a result of the experiment, a fluid product with an alkalinity of 313.0 mg KOH/g was obtained. Comparison of experiment 7 with experiments 1–3 clearly indicates that the use of isopropanol as a promoter is preferable to methanol. The introduction of water into the reaction mass is also important. The introduction of acetic acid as a co-promoter to both isopropanol and methanol clearly does not stimulate the carbonation process (experiments 2, 3, 7, and 8). From the results presented in the experiments in Table 4, it is also evident that two-stage carbonation with the addition of fresh calcium oxide is preferable when obtaining highly alkaline samples of magnesium-calcium alkyl salicylate additive. As a result of the studies, 4 samples of highly alkaline magnesium-calcium additive with a total alkalinity of 280–320 mg KOH/g were obtained, satisfying the requirements. In this case, high alkalinity of the reaction products was

achieved both with simultaneous loading of the initial reagents and with the use of a pre-prepared suspension of calcium hydroxide in NAM as a carbonation raw material.

The characteristics of the samples of highly alkaline magnesium-calcium alkyl salicylate additive that meet the requirements for the alkaline index are given in Table 5.

Samples No. 6 and 8 were obtained with the same reagent loadings, but under different process conditions: sample No. 6 with two-stage carbonation, sample No. 8 with the use of acetic acid as a co-promoter.

From Table 5 it is evident that with similar alkaline numbers of the samples, they have different indicators for the content of the active substance, viscosity, density, and refractive index.

When determining the induction period of sedimentation of the additive, the mass fraction of the sediment in the oil should not exceed 0.5 wt.%. Based on the obtained results of the sediment content after testing for 50 hours of the studied samples in the composition of M-6 oil for sample No. 6 - 0.18, for sample 8 - 0.26 wt. %, it can be said that the samples passed the test for this indicator.

Table 5. Comparative characteristics of samples of highly alkaline magnesium-calcium alkyl salicylate additive

Name of indicators	Meaning of indicators		Control method
	Sample No. 6	Sample No. 8	
1	2	3	4
Alkaline number, mg KOH/g	317.0	313.0	QOST 11362
Active substance content, wt. % mass	51.1	70.0	TU 0257-004-48120848-98
Refractive index , $n^{20}D$	1.50521	1.50830	Methodology
Solubility in oil	Full	Full	TU 0257-004-48120848-98
Mass fraction of water, wt. %	Absence	Absence	QOST 2477
Kinematic viscosity at 100^0C, mm^2/s	22.01	129.48	QOST 33-66
Density, g/cm3	1.087	1.054	QOST 3900
– Mass fraction, % – – sulfate ash – – magnesium (calculated) – – calcium (calculated)	 37.5 1.29 9.13	 33.8 1.29 8.01	QOST 12417
Induction period of sedimentation in M-11 oil with 6% additive, Sediment, wt. %	0.18	0.26	QOST 11063

Thus, a number of methods for synthesizing highly alkaline low-ash magnesium magnesium and magnesium-calcium alkyl (C_{16}–C_{18}) salicyl salicylate additives based on domestically produced magnesium oxide (GOST 4526-67 and GOST 844-79) were investigated. It was found that with the involvement of domestically produced magnesium oxide samples in the carbonation process, it is impossible to obtain a highly alkaline magnesium-magnesium additive with an alkalinity level of 280–320 mg KOH/g. The alkali number of the obtained samples does not exceed 200 mg KOH/g. Samples of highly alkaline magnesium-calcium additive with an alkalinity level of 307–317 mg KOH/g and a kinematic viscosity not exceeding 130 mm^2/s were obtained.

REFERENCES

1. Рудник, Л.Р. Присадки к смазочным маслам: свойства и применение/пер. с англ. 2-го издания под ред. А. М. Данилова. - СПб.: Профессия, 2013. - 928с.

2. Ярмолюк, Б.М. Современные моторные масла - проблемы, тенденции, перспективы (обзор)/Б.М. Ярмолюк, В.Н. Антонов, В.В. Юдина, И.А. Любинин, Л.Н. Шкарапута//Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. - 2012. -№12. - С. 12-19.
3. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств»: [федер. закон: принят решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 N 877 (ред. от 13.12.2016)]. - Екатеринбург: УралЮрИздат, 2017. - 120с.
4. Золотов, А.В. Композиция гетероорганических соединений как антиокислительная и трибологически активная присадка к моторным маслам с улучшенными экологическими характеристиками: диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук: 02.00.13 и 03.02.08/3олотов Алексей Владимирович. - М., 2014. - 115с.
5. Чудиновских, А.Л. Некоторые особенности действия детергентов к моторным маслам/А.Л. Чудиновских, В.Л. Лашхи//Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. - 2013. - №2. - С.22-23
6. Государственная программа №328 «Развитие промышленности и повышение её конкурентоспособности» [принята постановлением Правительства РФ от 15 апреля 2014 г.- электронный ресурс] - Режим доступа: Система ГАРАНТ: http://base.garant.ru/70643464/#ixzz55ek1DhTH.
7. Чудиновских, А.Л., Тонконогов, Б.П., Лашхи, В.Л. Моторное масло как важный объект химмотологии. - М.: ООО «Издательский дом Недра», 2014. -223с.
8. Extance, A. Engines of innovation [электронный ресурс]/A. Extance//Chemistry world. - 2011. - №9.-Режим доступа: https://www.chemistryworld.com/feature/engines-of-innovation/3004581.article.
9. Разработка синтеза и технологии получения присадок различного функционального действия: отчет о НИР/Данилов А.М., Борщевский С.Б. -Москва: ОАО «ВНИИ НП», 2010. - 123с.

Alkilsalisil turşuları və maqnezium oksid əsasında yuyucu dispersləyici aşqarlar

Ayralova Tamara[1], Əsgərzadə Nəzrin[2], Əzizli Sabir[3]
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti "Üzvi maddələrin və yüksək molekulyar birləşmələrin texnologiyası" kafedrası
[1]tamara.ayralova@gmail.com , https://orcid.org/0000-0002-2261-236
[2]nezrinasgarzada@gmail.com
[3]azizli_028@mail.ru

XÜLASƏ
Maqnezium və kalsiumun neytral alkil salisilatlarının alınması üçün neytral alkil (C16-C18) maqnezium salisilatlarının (NAMS) sintezi qarışdırıcı, soyuducu, termometr və qızdırıcı elementlə təchiz olunmuş reaktorda həyata keçirilmişdir. GOST 4526-67 və 844-79 uyğun olaraq yerli sənaye tərəfindən istehsal olunan maqnezium oksidinin nümunələri istifadə edilmişdir. Müqayisə üçün, həmçinin Almaniyanın Merck şəhərindən idxal edilmiş maqnezium oksid nümunəsi üzərində sintezlər aparılmışdır. İlkin NAMS kimi 103 mq KOH/g-ə bərabər AN olan NAMS nümunəsi istifadə edilmişdir. NAMS-in zərərsizləşdirilməsi reaksiyası 80□C temperaturda daimi intensiv qarışdırmaqla 2 saat ərzində

aparılmışdır. Proses benzin məhlulu və M-6 yağında aparılmışdır. Sonra NAM-ın benzin məhlulu 30 dəqiqə santrifüjlə və 3000 rpm-lik bir sentrifuqa fırlanma sürəti ilə mexaniki çirklərdən təmizləndi.Karbonatlaşma termometr, reflüks kondensatoru və qarışdırıcı ilə təchiz olunmuş reaktorda aparılmışdır. İzopropanol və metanol yüksək qələvi maqnezium-kalsium əlavəsinin alınmasında promotor kimi istifadə edilmişdir.
Sintezlərin fərqli xüsusiyyəti, kalsium hidroksidlə karbonlaşma üçün ənənəvi olmayan buzlu sirkə turşusu ilə birlikdə suyun kopromotor kimi istifadəsidir.

Açar sözlər: *alkil salisilat aşqarı, maqnezium oksid, texniki alkilsalisil turşuları, neytral maqnezium alkil salisilatlar, karbonatlaşma, super qələvi aşqarı, kül tərkibi.*

Очищающие моющие присадки на основе алкилсалициловых кислот и оксида магния.

Айралова Тамара, Аскерзаде Назрин1*, Азизли Сабир
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
Кафедра «Технология органических веществ и высокомолекулярных соединений»
[1]tamara.ayralova@gmail.com , https://orcid.org/0000-0002-2261-236
[2]nezrinasgarzada@gmail.com
[3]azizli_028@mail.ru

Синтез нейтральных алкил (C16–C18) салицилатов магния проводили в реакторе, снабженном мешалкой, холодильником, термометром и нагревательным элементом. Использовали образцы оксида магния, выпускаемые отечественной промышленностью по ГОСТ 4526-67 и 844-79. Для сравнения синтезы проводили также на импортном образце оксида магния фирмы Merck, Германия. В качестве исходного ТАМС использовали образец ТАМ с КЧ, равным 103 мг КОН/г. Реакцию нейтрализации ТАМС проводили при температуре 80С в течение 2 часов при постоянном интенсивном перемешивании. Процесс проводили в бензиновом растворе и масле М-6. Затем бензиновый раствор НАМ очищали от механических примесей центрифугированием в течение 30 мин и скоростью вращения центрифуги 3000 об/мин. Карбонизацию проводили в реакторе, снабженном термометром, обратным холодильником и мешалкой. В качестве промотора при получении высокощелочной магний-кальциевой добавки использовали изопропанол и метанол. Отличительной особенностью синтезов было использование в качестве сопромотора воды, а также ледяной уксусной кислоты , что не является традиционным для карбонизации с участием гидроксида кальция.

Ключевые слова: *алкилсалицилатная присадка, оксид магния, технические алкилсалициловые кислоты, нейтральные алкилсалицилаты магния, карбонизация, сверхщелочная присадка, зольность.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0146

A NEW, ECOLOGICALLY CLEAN AND EFFICIENT METHOD FOR THE SYNTHESIS OF P-ETHYLPHENYLACETYLENE

Tahira Huseynova[1], Agakarim Suleymanli[2]

[1]Associate Professor, PhD, Department of "Chemistry and Technology of Inorganic Substances", Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan,tm.huseynova@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-9744-3822
[2]student, Faculty of Chemical Technology,agakerimsuleymanli@gmail.com

ABSTRACT

One of the main global problems facing the modern world is environmental protection and the elimination of the consequences of climate change. Along with the whole world, special importance is attached to environmental protection and the elimination of the consequences of climate change in Azerbaijan, and great work is being done in this direction. The holding of COP29, which is considered one of the largest and most prestigious events in the world, in our country is a clear example of this. The discovery of crown ethers has played a very important role in the elimination of the consequences of climate change, which is one of the main global problems facing the modern world. In this regard, in the present work presented, a new, environmentally friendly and efficient method for the synthesis of p-ethylphenylacetylene was developed. So,in the present work presentedfThe dehydrohalogenation reaction of ethyl 1,2-dihaloethylbenzene was studied in the presence of metal complex catalysts formed by crown ethers with alkali metal cations under intermolecular catalysis conditions,p-ethylphenylacetyleneA new, efficient and simple method for the synthesis of**.** The use of crown ethers in this method allows the process to be carried out at very low temperatures and under mild conditions. This, in turn, prevents the production of various wastes and toxic products that pollute the environment.

In our research, pdetermine the optimal conditions for roses,In order to investigate the cause of the formation of by-products and to increase the yield of the product, the regularities of the dehydrohalogenation reaction of ethyl 1,2-dihaloethylbenzene were studied. The effect of various complexing agents, alkalis, solvents, as well as the concentration of DB18K6 and KOH on the yield of the product was studied.

It was found that increasing the concentration of KOH from 20 mmol to 50 mmolp-ethylphenylacetyleneincreases the yield, but the increase in density in the later stagep-ethylphenylacetylene causes isomerization and tarification.

Also, as the concentration of DB18K6 increases,p-ethylphenylacetylene the yield increases. This indicates that the dehydrohalogenation process actually occurs in the organic phase and that the transfer of alkali to the organic phase is a key factor in this process.

In the proposed method the formation of crown ethers under interfacial catalysis conditions of the dehydrohalogenation reaction of ethyl 1,2-dihaloethylbenzenemetal complex catalysts formed with alkali metal cations it differs from the traditional method known in the literature in several advantages.

The reaction uses inexpensive, harmless solvents. The reaction is carried out at low temperatures (100 - 130^{0}C). It is based on KOH and the most stable catalysts are crown ethers (DB18K6) is used. It is possible to regenerate the catalyst. As a result of all this, the product yield is high (95-97%).

Keywords: *crownether, interphase catalysis, ethyl 1,2- dihaloethylbenzene, p-ethylphenylacetylene*

Introduction

With the help of crown ethers, great achievements have been achieved in the field of chemistry all over the world and new technological processes have been created in various fields. In a very short time, problems that were previously impossible to achieve have been solved by means of metal complex catalysts formed by crown ethers with alkali metal cations.

The results of scientific research conducted in recent years show that crown ethers are the most suitable and efficient catalysts for obtaining acetylene and diene hydrocarbons.

When these compounds are obtained by known methods: carrying out the reaction at high temperature (250°C), using expensive and harmful solvents (dimethylformamide, dimethylsulfoxide, triethylene glycol, methyl alcohol, acetonitrile, etc.), using bases (sodium amide, potassium amide, alkali metal hydrides, etc.), and using more than 10 times the amount of bases results in the production of by-products (isomers and resins). All this indicates that the known methods for obtaining acetylene and diene hydrocarbons are unsuitable for production.

In order to overcome the above-mentioned shortcomings, these compounds have been obtained in recent years under interfacial catalysis conditions. However, in these conditions, quaternary amines are used as catalysts, which are unstable catalysts and their activity cannot be restored. Therefore, in our study, a new, efficient and simple method for obtaining these compounds using the complexes formed by crown ethers with alkali metal cations has been proposed [1-6].

The dehydrohalogenation reaction of ethyl 1,2-dihaloethylbenzene was carried out at high temperatures (200-230^{0}C) in triethylene glycol [7] and in the presence of quaternary amines [8] by a method known in the literature. In these methods, the high temperature reaction requires an expensive solvent and the use of unstable quaternary amines whose activity as a catalyst cannot be restored, which leads to a low product yield (40-50%).

In the present work, the dehydrohalogenation reaction of ethyl 1,2-dihaloethylbenzene in the presence of alkali metal complex catalysts under interfacial catalysis conditions was studied and the acetylene hydrocarbon, which is of great industrial importance, was produced.p-ethylphenylacetyleneA new efficient, environmentally friendly method for its synthesis has been developed.

The dehydrohalogenation reaction of ethyl 1,2 dihaloethylbenzene was carried out in a two-phase heterogeneous system consisting of solid, powdered KOH, liquid saturated ethyl 1,2 dihaloethylbenzene, and solvent. Three classes of complexing agents were used as interphase catalysts in the reaction: crown ethers - dibenzo-18-crown-6 (DB18K6), 18-crown-6 (18K6), pentamethyl-15-crown-5 (PM15K5), tetramethyl-12-crown-4 (TM12K4), their open-chain analogues - diglyme, triglyme, tetraglyme, and quaternary ammonium salts - triethylbenzylammonium chloride. In addition, KOH and various solvents were used in the reaction.

The effect of various complexing agents and solvents, as well as crown ethers and KOH

content, on the dehydrohalogenation reaction of ethyl 1,2-dihaloethylbenzene was studied.

It was determined that the main factor affecting the course of the process is the crown ether. Thus, the crown ether plays the role of a carrier between the phases. The crown ether forms a complex with KOH and transfers this complex to the organic phase and ensures its dissolution there.

$$DB18K6 + KOH \rightleftharpoons [DB18K6{\square}K]+{\square}OH-$$

In the organic phase, the complex dissociates and the highly active OH- ion is obtained. This ion interacts with ethyl-1,2-dihaloethylbenzene and dehydrohalogenation it to p-ethyl phenylacetylene.

$$C_2H_5\text{-}C_6H_4\text{-}CHX\text{-}CH_2X + [DB18K6{\square}K]+{\square}OH^-{\square} \;\; C_2H_5\text{-}C_6H_4\text{-}C{\equiv}CH$$
$$X=Cl,Br$$

In our study, the regularities of the dehydrohalogenation reaction of ethyl 1,2-dihaloethylbenzene were studied in order to investigate the cause of the formation of the by-product and to increase the yield of the product. The effect of various complexing agents, alkalis, solvents, as well as the concentration of DB18K6 and KOH on the yield of the product was studied.

It was found that increasing the concentration of KOH from 25 mmol to 50 mmolp-ethylphenylacetyleneincreases the yield, but the increase in density in the later stagep-ethylphenylacetylenecauses isomerization and tarification.

As the concentration of DB18K6 increasesp-ethylphenylacetyleneThe yield increases. This indicates that the dehydrohalogenation process actually occurs in the organic phase and that the transfer of alkali to the organic phase is a key factor in this process.

The effect of various complexing agents on the course of the peakation was also studied and it was determined that of the three classes of complexing agents used in this reaction, the most effective were crown ethers, followed by glymes.

Table 1. Effect of various complexing agents on the yield of p-ethylphenylacetylene (ethyl 1,2-dihaloethylbenzene -10 mmol, complexing agent -1 mmol, KOH -40 mmol, dioxane -15 ml)

Complex-forming	Time (min.)	Conversion rate, %	Product yield, %
DB18k6	15	100	95
18k6	20	100	92
PM15k5	25	97	85
TM12k4	30	95	82
Tetraqlim	35	91	75
Triqlim	35	80	60
Diqlim	40	65	50
TEBAX	60	12	30
Without complex -forming	65	-	-

The values in the table were calculated based on gas-liquid chromatography data.

The effect of various solvents on the yield of the product was studied and is given in table 2. It was found that the maximum yield occurs at 101^0C in less time than in dioxane.

Table 2. Various solventsp-ethylphenylacetyleneeffect on the yield (ethyl 1,2-dihaloethylbenzene -10 mmol, DB18K6 -1 mmol, KOH -40 mmol, solvent -15 ml)

Solvent	Time (min.)	Conversion rate, %	Product yield, %
Toluene	45	98	90
Xylene	45	95	92
1,4-dioxane	5	100	95
Diglim	10	100	78
n – butanol	15	85	81
Ethylene glycol	20	90	85
Without a solvent	120	10	8

The values in the table were calculated based on gas-liquid chromatography data.
It has been determined thatp-ethylphenylacetyleneHigh yield (95%) occurs at 105^0C in dioxane, with a 0.45 : 0.005 mol ratio of KOH and DB18K6.

RESULTS

Thus, the dehydrohalogenation reaction of ethyl 1,2-dihaloethylbenzene in the presence of crown ether under interfacial catalysis condit learned,p-ethylphenylacetyleneA new, efficient and simple method for its synthesis has been presented.
The activity of the complexing agents used for the system under study decreases in the following order:

DB18K6 < 18K6 < PM15K5 < TM12K4 < Glimers < TEBAX

The activity of crown ethers, in turn, depends on their ability to form complexes with KOH and their stability. This, in turn, depends on a number of factors:

From the size of the crown-ether ring and the size of the cation - the closer these sizes are to each other, the more stable the complex will be. From the number of donor atoms - the stability of the complex increases with the number of donor atoms. From the location of the donor atoms - the more donor atoms there are on one plane, the more stable the complex will be. From the symmetry and basicity of the donor atoms. As well as from the charge and solvation of the cation.

The use of crown ethers in this method allows the process to be carried out at very low temperatures and under mild conditions, which in turn prevents the production of various wastes and toxic products.

REFERENCES

1. Huseynova T.M. Investigated patterns of dehydrohalogenation of p-bis-1,2-dihalogenethylbenzene under the conditions of interphase catalysis. Xl Vserossiysk scientific and technical conference "Actual problems of the development of the oil and gas complex of Russia" Moscow. 2016 str.211.
2. Huseynova T.M., Abdullayeva G.N. //Development of a new ecologically clean method of

obtaining dieno compounds in the conditions of interphase catalysis."Universum: technical sciences", ISSN: 2311-5122, DOI: 10.32743/Uni. Tech.2022.99.6-4, June 2022, Issue 6(99), part 4, page 58-61
3. Guseynova T.M. A new ecological and rational method in azobenzene synthesis. III-International Anatolian congress on multidisciplinary scientific research. Kayseri, Turkey. December 28, 2022
4. Guseynova T.M. The oxidation-reaction of n-heptanol in two-phase heterogeneous system. International conference modern Problems of Theoretical & amp; Experimental Chemistry, BSU, September 29-30, 2022,p.54
5. Guseynova T.M., Amanullayeva G.I. A new ecological and effective method for the synthesis of 2,3-dimethylbutadiene. Umteb International Scientific Research Congress-XIII held on June 29-30, 2023 p.461 / Paris, France
6. Guseynova T.M., G.I.Amanullayeva. Oxidation of chlorheptane with the participation of crown ethers. Proceedings book International British Congress on Interdisciplinary Scientific Research & Practices, June 27-29, 2024, pp.145-149.London, UK
7. General practice on organic chemistry / Per. с нем. Pod. hand A.H. Коста / M. Мир, с. 223, 1965.
8. Dehmlow EV, M. Lissel. Darstellung von Alkinen aus Alkylhalogeniden nut testem potassium-tert-butulat and kronenether. Liebigs annalen der chemik. No. 1. p. 1-13. 1980.

p-Etilfenilasetilenin sintezinin yeni, ekoloji cəhətdən təmiz və səmərəli üsulu

Tahirə Hüseynova[1], Ağakərim Süleymanlı[2]

[1]Dosent, k.e.n., “Kimya və qeyri-üzvi maddələrin texnologiyası” kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan, tm.huseynova@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-9744-3822
[2]tələbə, Kimya texnologiya fakültəsi, agakerimsuleymanli@gmail.com

XÜLASƏ

Müasir dünyanın qarşısında duran əsas qlobal problemlərdən biri ətraf mühitin mühafizəsi və iqlim dəyişmələrinin fəsadlarının aradan qaldırılmasıdır. Bütün dünya ilə yanaşı Azərbaycanda da ətraf mühitin mühafizəsi və iqlim dəyişmələrinin fəsadlarının aradan qaldırılmasına xüsüsi önəm verilir və bu istiqamətdə böyük işlər görülür. Dynyada ən irimiqyaslı və möhtəbər tədbirlərdən biri hesab edilən COP29 ölkəmizdə kecirilməsi bunun bariz nümünəsidir. Bu baxımdan təqdim edilən hazırkı işdə п-etilfenilasetilenin sintezinin yeni,ekoloji cəhətdən təmiz və səmərəli üsulu işlənib hazırlanmışdı.Belə ki, təqdim edilən hazırkı işdə fazalararası kataliz şəraitində kraun-efirlərin qələvi metallarının kationları ilə əmələ gətirdikləri metalkompleks katalizatorlarının iştirakı ilə etil 1,2- dihalogenetilbenzolun dehidrohalogenləşmə reaksiyası öyrənilmiş, п-etilfenilasetilenin sintezi üçün yeni, səmərəli və sadə üsul təqdim olunmuşdur**.** Bu üsulda kraun-efirlərdən istifadə olunması prosesin çox aşağı temperaturda və yumşaq şəraitdə aparılmasına imkan yaradır. Bu isə öz növbəsində ətraf mühüti cirkləndirən müxtəlif tullantıların və zəhərli məhsulların alınmasının qarşısını alır.

Apadığımız tədqiqatda prosesin optimal şəraitini müəyyənləşdirmək, əlavə məhsulun əmələ gəlməsinin səbəbini araşdırmaq və məhsulun cıxımını artırmaq məqsədi ilə etil 1,2-

dihalogenetilbenzolun dehidrogalogenləşmə reaksiyasının qanunauyğunluqları öyrənilmişdir. Məhsulun çıxımına müxtəlif kompleksəməlegətiricilərin, qələvilərin, həlledicilərin, həmçinin DB18K6 və KOH-ın qatılığının təsiri öyrənilmişdir.
Müəyyən olunmuşdur ki, KOH-ın qatılığının 20 mmoldan 50 mmola qədər artırılması п-etilfenilasetilenin çıxımını artırır, lakin sonrakı mərhələdə qatılığın artması п-etilfenilasetilenin izomerləşməsinə və qətranlaşmasına səbəb olur.
Həmcinin DB18K6-nın qatılığı artdıqca п-etilfenilasetilenin çıxımı artır. Bu, onu göstərir ki, həqiqətən dehidrohalogenləşmə prosesi üzvi fazada gedir və qələvinin üzvi fazaya ötürülməsi bu prosesdə əsas faktordur.
Reaksiyada ucuz,zərərsiz həlledicilərdən istifadə edilir. Reaksiya aşagı temperaturda (100 - 130^{0}C) aparılır və davamlı katalizatorlardan - kraun-efirlərdən istifadə olunur. Katalizatoru yenidən bərpa etmək mümkündür.

Açar sözlər: *kraun efir, fazalararası kataliz, etil 1,2- dihalogenetilbenzol, n-etilfenilasetilen*

Новый, экологически чистый и эффективный метод синтеза п-этилфенилацетилена

Тахира Гусейнова[1], Агакерим Сулейманлы[2]

[1]Доцент, доктор философии, кафедра «Химия и технология неорганических веществ», Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан, tm.huseynova@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-9744-3822
[2]Студент, химико-технологический факультет, agakerimsuleymanli@gmail.com

РЕЗЮМЕ
Одной из главных глобальных задач, стоящих перед современным миром, является охрана окружающей среды и смягчение последствий изменения климата. В Азербайджане, как и во всем мире, особое значение придается охране окружающей среды и устранению последствий изменения климата, и в этом направлении проводится большая работа. Проведение в нашей стране COP29, считающегося одним из крупнейших и престижнейших мероприятий в мире, является ярким примером этого. В связи с этим в настоящей работе разработан новый, экологически чистый и эффективный метод синтеза п-этилфенилацетилена. Таким образом, в настоящей работе изучена реакция дегидрогалогенирования этил 1,2-дигалогенэтилбензола в присутствии металлокомплексных катализаторов, образованных краун-эфирами с катионами щелочных металлов в условиях межфазного катализа, и представлен новый, эффективный и простой метод синтеза п-этилфенилацетилена. Использование краун-эфиров в этом методе позволяет проводить процесс при очень низких температурах и в щадящих условиях. Это, в свою очередь, предотвращает образование различных отходов и токсичных продуктов, загрязняющих окружающую среду.
В ходе наших исследований были изучены закономерности реакции дегидрогалогенирования этил-1,2-дигалогенэтилбензола с целью определения оптимальных условий проведения процесса, выяснения причин образования побочных продуктов и повышения выхода продуктов. Изучено влияние различных

комплексообразователей, щелочей, растворителей, а также концентрации ДБ18К6 и КОН на выход продукта.

Установлено, что увеличение концентрации КОН с 20 ммоль до 50 ммоль увеличивает выход п-этилфенилацетилена, однако увеличение концентрации на более поздней стадии вызывает изомеризацию и тарификацию п-этилфенилацетилена.

Также с увеличением концентрации DB18K6 увеличивается выход п-этилфенилацетилена. Это свидетельствует о том, что процесс дегидрогалогенирования фактически происходит в органической фазе и что перенос щелочи в органическую фазу является ключевым фактором в этом процессе.

В реакции используются недорогие и безвредные растворители. Реакция протекает при низких температурах (100 - 1300С) и с использованием стабильных катализаторов - краун-эфиров. Катализатор можно регенерировать.

Ключевые слова: *краун-эфир, межфазный катализ, этил 1,2-дигалогенэтилбензол, п-этилфенилацетилен*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0153

KARBON QAZININ UTİLİZASİYASI İLƏ ETİLENKARBONATIN SİNTEZİ ÜÇÜN YENİ ZN-FENOLYAT KATALİZATORLARI

F.Ə.Nəsirov[1], M.C.İbrahimova[2], S.R.Rəfiyeva[3], G.N.Həsənova[4], A.M.Aslanbəyli[5], V.İ.Baxşıyeva[6]

[1,2,3,4,5,6]ARETN akad.Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu, Xocalı pr., 30, AZ1025, Bakı, Azərbaycan.
E-mail: fizuli_nasirov@yahoo.com

GIRIŞ

Karbon qazı (CO_2) enerji mənbələri kimi istifadə olunan təbii ehtiyatların (neft, qaz, daş kömür və s.) və eləcə də neft-kimya sənayesinin müxtəlif proseslərinin tullantılarının yandırılması nəticəsində yaranan əlavə məhsuldur. Planetimizin iqliminə mənfi təsir göstərən istixana qazlarından biri olması karbon qazının istifadəsi problemini getdikcə kəskinləşdirir [1]. CO_2-nin utilizasiyası variantlarından biri ondan müxtəlif kimyəvi maddələrin sintezi üçün karbon mənbəyi kimi istifadə edilməsinin mümkünlüyüdür ki, bu tədqiqatlar "yaşıl kimya" texnologiyalarının əsasını təşkil edir və əsasən karbon turşularının, laktonların, polikarbonatların, tsiklik üzvi karbonatların və s. sintezini əhatə edir [1].

Tsiklik üzvi karbonatlar kifayət qədər böyük bazara malikdirlər (təxminən 1,8 milyon ton/il) və həlledicilər, eləcə də ekstraksiya prosesləri üçün seçici həlledici, dərman və kənd təsərrüfatı preparatlarının sintezi üçün reaksiya qabiliyyətli aralıq məhsullar, yanacaqlara əlavələr, polimer sintezi üçün monomerlər və s. kimi geniş tətbiq sahələri tapmışlar [1, 2]. Üzvi karbonatların istehsalı üçün mövcud texnologiyalar ciddi ekoloji problemlərə səbəb olan kifayət qədər zəhərli və bahalı fosgenin istifadəsini nəzərdə tutur [2]. Buna görə də müxtəlif epoksidlərin və CO_2-nin istifadəsi ilə üzvi karbonatların yeni, ekoloji cəhətdən zərərsiz proseslərinin işlənib hazırlanması son dərəcə aktual bir məsələdir.

Müasir proseslərdə epoksidlər və CO_2 əsasında tsiklik üzvi karbonatların sintezi üçün katalizator kimi metal-üzvi birləşmələr və komplekslər, klassik Lüis və ya Bronsted turşuları, metal tərkibli ftalosianinlər və s. istifadə olunurlar [2]. Metal oksidlərin katalizator kimi istifadəsinə çox nadir hallarda rast gəlinir. Lakin istifadə edilən katalizatorlar aşağı aktivlik və səmərəliliklə yanaşı, katalizatorların reaksiya mühitində zəif həll olması səbəbindən əlavə həlledicidən istifadə zərurəti, katalizatorun çirkləndiricilərə qarşı yüksək həssaslığı və reaksiya zamanı yüksək temperaturun labüdlüyü kimi çatışmazlıqları ortaya çıxarır [2].

Buna görə də, istənilən reaksiya şəraitində (homogen və ya heterogen mühitdə, quru və tərkibində su olan epoksidin iştirakı ilə, əlverişli temperatur və təzyiq şəraitində və s.) tsiklik karbonatların sintezi prosesini həyata keçirməyə imkan verən yeni, yüksək aktivliyə malik və daha səmərəli katalizatorların işlənib hazırlanması son dərəcə perspektiv olmaqla yanaşı, mühüm nəzəri və praktiki əhəmiyyətə malikdir.

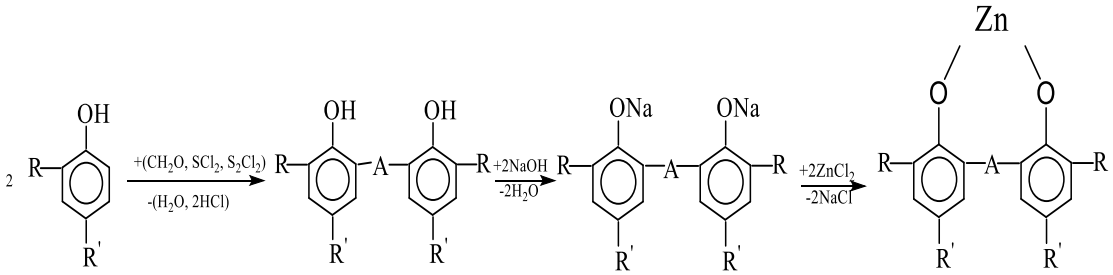
1. Təcrübi hissə

1.1. Əsas komponentlər və köməkçi reagentlər

Reaksiya qarışığının əsas komponentləri kimi karbon qazı və etilen oksid götürülmüşdür. İstifadə edilən bütün reagentlər: fenol törəmələri, sink xlorid, paraform (formaldehidin 30%-li sulu məhlulu) və həlledicilər (metilen xlorid, toluol, benzol, xlorbenzol, o-ksilol, heksan və s.) "Sigma-Aldrich" firmasının məhsuludur və əlavə təmizlənmələrinə ehtiyac olmamışdır.

1.2. Katalizator komponentlərinin sintezi

Katalizatorun ilkin komponentləri - metilen-bis, tio-bis və ditio-bis alkilfenollar məlum üsula uyğun olaraq [3-6], ilə müvafiq fenolun CH_2O, SCl_2 və ya S_2Cl ilə KU-2 katalizatorunun iştirakında Mannix kondensasiyası reaksiyası vasitəsilə ilə sintez edilmişdir. Katalizator kimi istifadə edilən metilen-bis-, tio-bis- və ya ditio-bis- alkil sink fenolyatlar ilkin bis-alkilfenolların NaOH (və ya KOH) ilə reaksiyası nəticəsində əldə olunan natrium (kalium) duzunun $ZnCl_2$ ilə mübadilə reaksiyası ilə aşağıdakı reaksiya sxeminə uyğun olaraq sintez edilmişdir:



burada, A = $–CH_2–$, –S– və ya –S–S– qrupları; R = H, C_1-C_8 alkil qrupları və ya $(C_2H_5)_2–N–CH_2$ (dietilaminometil) qrupu; R` = H, C_1-C_8 alkil qrupları).

Bis-alkilfenolların və sink bis-alkilfenolyatların sintezi aşağıda göstərilən ümumi metodika ilə həyata keçirilmişdir:

1) Bis-alkilfenolların sintezi

Müvafiq metilen-bis-alkilfenolun (və ya tio-bis-, və yaxud ditio-bis alkilfenolun) sintezi üçün formalin (formaldehidin – CH_2O suda 30%-li məhlulu) (və ya SCl_2, və yaxud S_2Cl_2) müvafiq alkilfenolun susuz benzoldakı məhluluna 2:1 nisbətində, 40-50°C temperaturda, 30 dəqiqə müddətində əlavə edilmişdir. Bundan sonra reaksiya qarışığı müəyyən edilmiş temperaturda 2 saat qarışdırılır. Metilen-bis-alkilfenol sintezində reaksiya qarışığı əvvəlcə HCl, sonra isə NH_4OH ilə işlənilir və su ilə yuyulur. Tio-bis- və yaxud ditio-bis-alkilfenol sintezində isə reaksiya HCl-un tam çıxıb-qurtarmasına qədər davam etdirilir və reaksiya qarışığı 2-3 dəfə 5%-li Na_2CO_3 məhlulu ilə, daha sonra isə su ilə yuyulur. Əmələ gələn metilen-bis-alkilfenol (və ya tio-bis-, və yaxud di-tio-bis-alkilfenol) sulu hissədən ayrılır və termostatda 100°C-də qurudulur.

Sink bis-alkilfenolyat aşağıdakı kimi sintez olunur: etil spirtində müvafiq metilen-bis-alkilfenolun (və ya tio-bis-, və yaxud ditio-bis-alkilfenol) məhluluna 30% NaOH məhlulu əlavə edilir və qələvinin bütün miqdarı daxil edildikdən sonra reaksiya 40-45°C-də 1 saat davam edir. Alınan məhlula otaq temperaturunda damcı-damcı $ZnCl_2$-nin sulu-spirtli məhlulu əlavə edilir, ayrılan kristallar süzülür, su ilə yuyulur və qurudulur. Kristallaşmadan sonra 99.5-99.9% təmizlikdə müvafiq bis-alkilfenollar alınır.

Sink bis-dietilaminometilfenolyatı sintez etmək üçün müvafiq metilen-bis-, tio-bis- və ya ditio-bis-alkilfenolların dietilamin və formaldehidlə reaksiyaları aparılır. Bis-alkilfenolun benzoldakı məhluluna dietilamin 30 dəqiqə ərzində əlavə edilir (nisbət 1:2), temperatur 70°C-ə yüksəlir və sonra formalin əlavə edilir. Sonra temperatur 80°C-ə qaldırılır və bu temperaturda 2 saat ərzində reaksiya aparılır. Reaksiya qarışığı daha sonra gözlənilən Mannich əsasını əldə etmək üçün

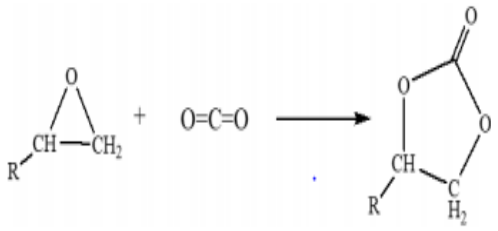
əvvəlcə HCl, sonra isə NH_4OH ilə işlənir.

1.3. İlkin götürülən reagentlərin, sintez olunan katalizatorların və etilenkarbonatın qurulişlarının tədqiqi üsulları

Bütün ilkin birləşmələrin, bis-alkilfenolların, sintez edilmiş katalizatorların və son məhsul-etilenkarbonatın quruluşları ^{1}H-NMR, ^{13}C-NMR və IQ-spektroskopiya üsulları ilə təsdiq edilmişdir. NMR-spektrləri "Bruker-Fourier" spektrofotometrində 300 MHz (^{1}H-NMR üçün) və 101 MHz (^{13}C-NMR üçün) tezliklərində qeydə alınmışdır. Həlledici kimi DMSO-d6, $CDCl_3$, CD_3OD, D_2O və ya CD_2Cl_2 istifadə edilmişdir. İQ-spektrlər Bruker (Almaniya) firmasının istehsalı olan "Lumos FT-IR Microscope" spektrofotometrində 400-4000 sm^{-1} aralığında qeyd olunmuşdur.

2. Nəticələr və onların müzakirəsi

Karbon qazı və epoksid birləşmələrinin tsiklobirləşmə reaksiyası ilə tsiklik karbonatların sintezi CO_2-nin utilizasiyasının ən perspektivli istiqamətlərindən biridir:



Etilen karbonatın sintezi üçün sink fenolat katalizatorları kimi metilen-bis-, tio-bis- və ditio-bis-alkilfenolyat sink birləşmələri tədqiq edilmişdir [7-11]. CO_2 və EO-dən etilenkarbonatın sintezi üzrə aparılan təcrübələrin nəticələri Cədvəl-də ümumiləşdirilmişdir.

Cədvəl. Metilen-bis-, tio-bis-, ditio-bis-alkilfenolyat sink tərkibli katalizatorların etilenkarbonatın sintezində aktivlikləri. Reaksiya şəraiti: [EO] = 3.0 mol/l; [Kat.] = $1.0 \cdot 10^{-3}$ mol/l; P_{CO2} = 5.0 MPa; T = 80°C; τ = 60 dəq, həlledici – metilen xlorid.

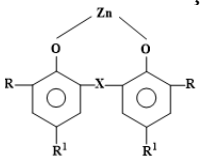
№	Katalizator	EO-in konversi-yası, %	EK-a görə seçicilik, %	Katalizatorun məhsuldarlığı, q EK/q Kat	TOF, mol EK/mol Kat.•saat
1.	MB-4-BF-Zn	85.0	99.0	300.0	1275.0
2.	MB-6-OF-Zn	92.0	99.0	250.0	1380.0
3.	MB-4-B-6-OF-Zn	95.0	99.5	210.0	1426.0
4.	MB-4-B-6-DEAF- Zn	96.0	99.0	350.0	1424.5
5.	TB-6-BF-Zn	88.0	92.0	543.6	1215.0
6.	TB-4-OF-Zn	92.0	91.0	437.2	1255.2
7.	TB-4,6-DBF-Zn	90.0	93.0	437.3	1255.1
8.	TB-4-B-6-DEAF-Zn	99.0	100.0	372.1	1500.0
9.	DTB-6-BF-Zn	82.0	94.0	403.6	976.6
10.	DTB-4-O-6-BF-Zn	91.0	95.0	295.9	1098.0
11.	DTB-4,6-DOF-Zn	94.0	98.0	268.9	1164.0
12.	DTB-4-O-6-DEAF-Zn	96.0	98.0	296.0	1186.6

Qeyd: 4-BF- 4-butilfenil; 6-OF – 6-oktilfenil; 4-B-6-OF – 4-butilfenil-6-oktilfenil; 4-B-6-DEAF – 4-butil-6-aminofenil.

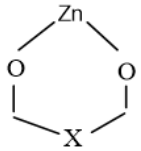
Cədvəldən göründüyü kimi, katalizator kimi istifadə olunan bütün sink bis-alkilfenollar yüksək

katalitik aktivliklə (EO-nun konversiyası 82-99%) və yüksək selektivliklə (91-100%) yanaşı, həm də katalizatorun yüksək məhsuldarlığı (210-543 q EK/q Kat) və yüksək TOF (976.6-1500.0 mol EK/mol Kat.•saat) ilə də səciyyələnirlər. Belə ki, bu göstəricilər ədəbiyyatdan məlum ən yüksək aktivliyə malik katalizatorların aktivliyindən (müvafiq olaraq, EO-nun konversiyası – 50-65 %; seçicilik – 75-85%; katalizatorun məhsuldarlığı – 90-130q EK/q Kat; TOF – 320-430 mol EK/mol Kat.•saat) dəfələrlə yüksəkdir.

Sintez olunmuş yeni sink bis-alkilfenolyat katalizatorlarının yüksək aktivliyi bu birləşmələrdə



(burada, X= –CH_2–, –S–, –S–S– qrupları; R=H, C_1-C_8 alkil qrupları və yaxud –$(C_2H_5)_2$–N–CH_2– (dietilaminometil) qrupu; R`= H, C_1-C_8 alkil qrupları)



həlqəsinin olması ilə əlaqələndirilə bilər ki, belə həlqə açılaraq etilen oksid molekulunu asanlıqla aktivləşdirir ki, bu da epoksid həlqəsinin asanlıqla açılmasına və karbon dioksid molekulunun daha asanlıqla yerləşməsinə imkan yaradır.

Ədəbiyyat

1. Nasirli E.F. Carbon dioxide: properties, sources and utilization methods // Processes of Petrochemistry and Oil Refining, 2020, v.21, № 2, p. 186-207.
2. Nasirov F.A., Nasirli E.F., Ibrahimova M.J. Cyclic carbonates synthesis by cycloaddition reaction of CO_2 with epoxides in the presence of zinc containing and ionic liquid catalysts. Journal of the Iranian Chemical Society, Review, 2021, p. 353-379. https://doi.org/10.1007/s13738-021-02330-9.
3. Rappoport, Z. Patai's Chemistry of Functional Groups. Metal phenolates as polymerization catalysts, Online - 2009–2012, John Wiley & Sons, Ltd.
4. https:/doi.org/10.1002/9780470682531.pat0606.
5. The Chemistry of Metal Phenolates, v 2. Patai's Chemistry of Functional Groups / J.Zabicky (Ed.), S.Patai (Founding Ed.). Wiley, 2018, 640 p.
6. The Chemistry of Metal Phenolates. Patai's Chemistry of Functional Groups / J.Zabicky (Ed.), Z.Rappoport, J.F.Liebman and I.Marek (Series Eds.), S.Patai (Founding Editor). Wiley, - 2014, - 1372 p.
7. Асадова Г.К. Получение циклоалкилфенолов на основе о-крезола и продукты их превращения: диссертация на соискание ученой степени доктора философии по химии, ИНХП НАН Азербайджана, Баку 2006, 143 с.
8. Nəsirli, E.F., Canıbəyov, N.F., Nəsirov, F.Ə., İbrahimova, M.C., Rəfiyeva, S.R., Məmmədov, M.X., Tağıyeva, A.M., Baxşiyeva, V.İ. Alkilen tsiklik karbonatların alınması üsulu // Azərbaycan Respublikası patenti, İ 2020 0031, 11.05.2017.
9. Насирли, Э.Ф. Синтез этилен карбоната реакцией углекислого газа с этилен оксидом в присутствии новых катализаторов состава фенолят цинка. Евразийский Союз Ученых (ЕСУ), 2019, 7 (64), с. 56-60. https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.2.64.226.
10. Nasirli, E.F. Alkylene Carbonates Synthesis by the reaction of Carbon Dioxide and Ethylene Oxide in the Presence of Zink Phenolates. International Journal of Nano Materials and Chemistry, 2019, 5, No.2, p. 19-25. https://doi.org/10.18576/ijnc/050301.
11. Nasirli, E.F., Ibrahimova, M.J., Mamedov, M.Kh., Rafiyeva, S.R., Nasirov, F.A. Ethylene Carbonate Synthesis by the Reaction of Ethylene Oxide with Carbon Dioxide in the Precense of Zink-Phenolate Catalysts. Processes of Petrochemistry and Oil Refining, 2020, v.21, № 1, p. 14-25.

Bu iş Azərbaycan Elm Fondunun maliyyə dəstəyi ilə yerinə yetirilmişdir – Qrant № AEF-MGC-2024-2(50)-16/13/4-M-13

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0157

SYNTHESIS AND STUDY OF PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF CATALYTIC SYSTEM BASED ON ZEOLITE ZSM-5

Ismailov M.I[1], Ayralova T.I[2]

Azerbaijan State University of Oil and Industry
[1]murad.ismail@ gmail.com
[2] tamara.ayralova@ gmail.com , https://orcid.org/0000-0002-2261-236

ABSTRACT

The presented article presents the results of the study of zeolite-containing catalyst systems widely used in the production of higher alkylbenzenes. Thus, granular catalytic systems containing 70 and 50% by mass were prepared by mixing crystalline aluminosilicate zeolite ZSM-5 (SiO_2/Al_2O_3=30) and pseudoboehmite with subsequent extrusion molding, drying and calcination in air at 640-650°C for 4-6 hours. The presented article provides detailed scientific research on the synthesis of two-component granular pentasil-containing catalyst samples containing zeolite ZSM-5 with a modulus of 30 in the H-form and γ-Al_2O_3. The composition of the synthesized catalyst was studied using X-ray fluorescence and X-ray structural analysis methods for the implementation of technological processes. IR-infrared spectroscopy, electron microscopy, adsorption measurements were used to determine the chemical and phase composition of the catalyst, the characteristics of the porous structure, as well as the adsorption and acidity properties of the samples obtained. During the studies, no interaction was observed between zeolite ZSM-5 and γ-Al_2O_3 in the catalytic system, and it was determined that they represent a mechanical mixture of the indicated components.

Keywords: catalyst, aluminosilicates, zeolites, porous structure, phase composition IR-infrared spectroscopy, electron microscopy, adsorption measurements

INTRODUCTION

Styrene is one of the most important monomers for the synthesis of polymeric materials. It is mainly produced by dehydrogenation of ethylbenzene. Since the late 1940s, ethylbenzene has been produced by alkylating benzene with ethylene via the Friedel-Crafts reaction using aluminum chloride-based catalysts [1].

Over the past 30 years, gas-phase alkylation units for benzene with ethylene to ethylbenzene (EB) in the presence of zeolite-containing catalysts have been developed and successfully operated in industry.

Currently, more than 60% of all EB is produced in such units [1]. The advantages of producing EB on zeolite catalysts, compared to traditional Friedel-Crafts alkylation, include lower investment and operating costs for the process, the absence of a corrosive environment and the need to dispose of wastewater, as well as a high yield of EB and complete regenerability of the catalyst. Heterogeneous catalysts for the alkylation of benzene with ethylene to ethylbenzene are solid porous multicomponent materials:

3. active component zeolites of various structural types, 2) matrix (binder), 3) auxiliary active substances and inactive additives.

Zeolites Y, mordenite, ZSM-5 and ZSM-12 in the H-form, which are characterized by strong acid sites, are used as active components [2].

The matrix can consist of Al2O3, SiO2, amorphous aluminosilicate or a mixture of these substances. The conditions of production (temperature, pH of the solution, time, and the amount of additives introduced) determine the physicochemical and catalytic properties of the matrix.

After mixing all the components, granules (microspheres, tablets, extrudates) of a certain size are formed from the resulting mass (suspension, paste) in various ways; after this, they are heat treated (dried and calcined). In some cases, the zeolite catalyst is subjected to further modification.

For use in industrial reactors, zeolite catalysts must have high physical and mechanical characteristics, crushing strength and wear resistance. High mechanical characteristics reduce catalyst losses during loading, unloading and regeneration of the catalyst, allow operation at high volumetric velocities of feedstock flows, which ultimately increases reactor productivity. Typically, the zeolite content in catalysts ranges from 60 to 80% by weight.

A technology for the production of ethylbenzene by alkylation of benzene with ethylene on a zeolite-containing catalyst has been implemented. Due to the lack of domestic industrial catalysts, an imported catalyst is used, so research aimed at creating a domestic catalyst for the above process is relevant.

EXPERIMENTAL PART

For the synthesis of granulated catalysts, zeolite ZSM-5 with a modulus of about 30.0 in the Na form, synthesized using hexamethylenediamine (NH2(CH2)6NH2) as a template, was used. The H-form of zeolite ZSM-5 was prepared by ion exchange in an aqueous solution of ammonium nitrate at T = 80–90oC, the ratio of NH4+ cations in the solution and Na+ cations in the zeolite G = 1.5 g-eq/g-eq, pH = 5.5–7.0 and a duration of 1 h, the number of treatments was 3. After the exchange, the solid phase was washed with distilled water, dried and subjected to heat treatment in an air atmosphere at 540–650 °C for 4–6 h. Pentasils are produced on an industrial scale in the form of crystals 1–5 μm in size, and for practical use in adsorption and catalysis they are formed into larger granules. In the preparation of catalysts, aluminum hydroxide with a pseudoboehmite structure (AlOOH) is most often used as a binder, which after calcination turns into γ-Al_2O_3.

In this work, pseudoboehmite was used as a binder.

$Al(OH)_3$ (gibbsite) was synthesized by thermochemical activation.

Granulated samples of pentasil-containing catalysts were prepared as follows: pseudoboehmite was mixed with a ZSM-5 type zeolite until a homogeneous state was obtained. The mass was formed into granules by extrusion, dried and calcined at 640–650 °C in an air atmosphere for 4–6 hours.

The content of zeolite and γ-Al_2O_3, the symbols of the prepared samples are given in Table 1

Table 1 Content of components in catalysts

Contents of components	Symbol
70% ZSM-5 + 30% γ-Al_2O_3	Cat-1
50% ZSM-5 + 50% γ-Al_2O_3	Cat-2

The chemical composition of the samples was analyzed by complexometric titration and

flame photometry after their transfer to solution [3]. The phase composition of the catalysts was determined on a PHILIPS PW 1800 automatic diffractometer in monochromatic Cu-ka radiation in the range of angles from 5 to 40° by 2θ with a step of 0.5 deg/min and an accumulation time of 20 s at each point. The IR spectra of zeolite-containing materials were recorded on a VERTEX70V device from the company using tableting of samples with KBr, in the scanning range from 4000 to 400 cm–1 with a resolution of 4 cm–1.

To determine the particle size of the powdered zeolite, diffraction (scattering) of laser radiation (λ = 680 nm) on particles of the dispersed phase distributed in the dispersion medium was used. The morphology of ZSM-5 zeolite crystals was studied using a JEOL JSM-6490 LV electron microscope with an accelerating voltage of 20–30 kV and magnifications of 500, 2000, 5000, and 10,000 times. The porous structure characteristics were determined using a Micromeritics ASAP-2020 sorbtometer using low-temperature nitrogen adsorption-desorption (77 K). Before the analysis, the samples were evacuated for 6 hours at 350°C. The specific surface area was calculated according to BET at a relative partial pressure of P/P0 = 0.2; the pore size distribution according to the desorption curve was determined using the BJH (Barrett–Joyner–Halenda) method; the total pore volume was determined using the BJH method at a relative partial pressure of P/P0 = 0.95. The micropore volume in the presence of mesopores was determined using the de Boer and Lippens t-method.

The characteristics of the porous structure were determined using the mercury porosimetry method on a Porosimeter-2000 device. Before the analysis, the samples were evacuated for 4 hours at 25°C. The intrusion pressure was varied from 1 to 1900 atm. The mercury contact angle was 141.3° [4]. Based on the measurement results, the specific surface area and volume of pores, their average radius and size distribution were calculated. The pore size distribution was calculated from the cylindrical pore model, and the specific surface area was calculated as the total surface area of all model cylinders.

The acidic properties of the catalysts were studied using the temperature-programmed desorption of ammonia.

RESULTS AND DISCUSSION

Fig. 1 shows the X-ray diffraction pattern of a sample of powdered ZSM-5 zeolite in the H-form. In it, the most intense diffraction maxima are observed at the following angles: 7.92; 7.94; 8.78; 8.89; 13.95; 14.77; 23.08; 23.25; 23.40; 23.82; 23.96°. These peaks are characteristic only of zeolite ZSM-5. Therefore, the obtained product is a high-phase purity ZSM-5 zeolite.

The IR spectrum of the specified zeolite sample is shown in Fig. 2.

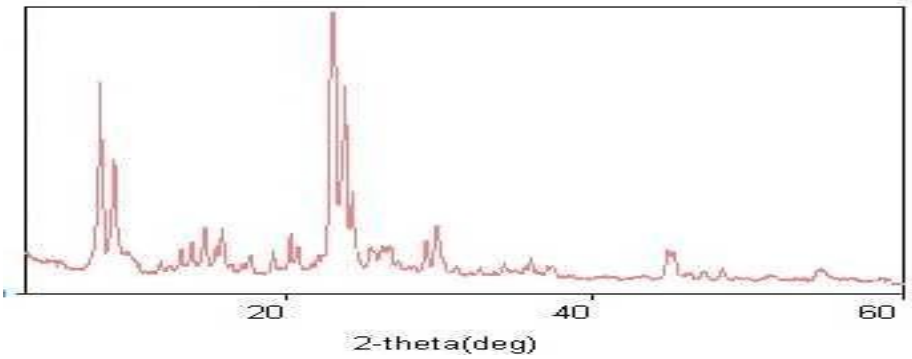


Fig. 1. X-ray diffraction pattern of sample H-ZSM-5.

The absorption bands observed in the spectrum relate to two types of vibrations:

1) vibrations within the TO4 tetrahedra (AlO4 and SiO4), which are the primary structural units;

2) vibrations along the external bonds of the tetrahedra.

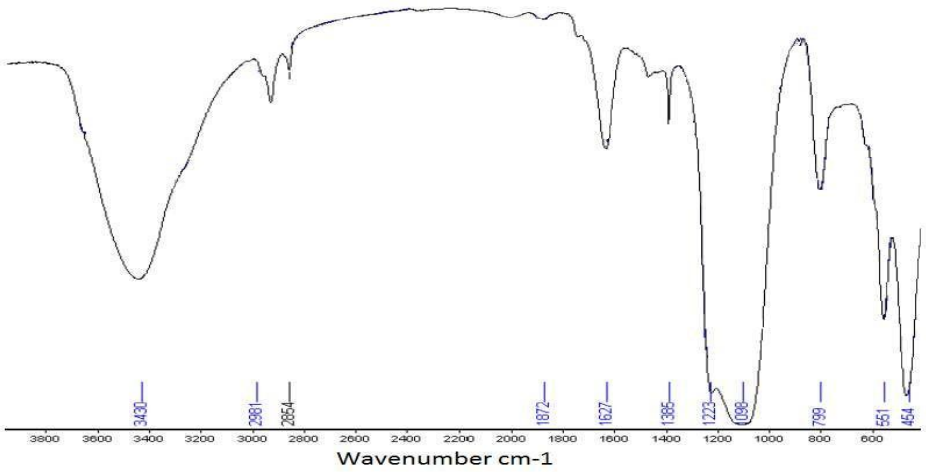


Fig. 2. IR spectrum of the H-ZSM-5 powder sample.

The first type of vibrations is characterized by the strongest absorption bands at 950–1250 cm–1 and 420–500 cm–1, attributed to vibrations within the tetrahedrons. The stretching vibrations, in which TO4 tetrahedrons participate mainly, are characterized by the bands in the 650–820 cm–1 region. The position of these bands is affected by the Si/Al ratio in the zeolite framework. The second type of vibrations, sensitive to the nature of the bonds between the tetrahedrons, are characterized by the absorption bands in the 500–650 cm–1 region.

These absorption bands are due to the presence of double rings in the framework. The frequency of the main absorption band of antisymmetric stretching vibrations of the first type (1090 cm–1) Based on the IR spectroscopy data, it can be concluded that the sample is zeolite ZSM-5 with a crystallinity degree close to 100%. The results of the study of the dispersion of ZSM-5 zeolite crystals in the H-form are given in Table 2.

Table 2. Distribution of ZSM-5 crystals in the H-form by size

Crystal size, μm	Content, % wt.	Crystal size, μm	Content, % wt.
0.1–0.5	0.45	4.0–6.0	17.47
0.5–2.0	36.32	6.0–8.0	1.20
2.0–4.0	44.55	8.0–10.0	0.01

It is evident that the main part of the crystals has sizes in the range from 0.5–4.0 μm. Of these, the share of crystals with sizes of 2.0–4.0 μm accounts for about 45%. Thus, highly dispersed zeolite was used to prepare granulated catalysts. The results of studying the morphology of ZSM-5 zeolite in the H-form using scanning electron microscopy are shown in Fig. 3

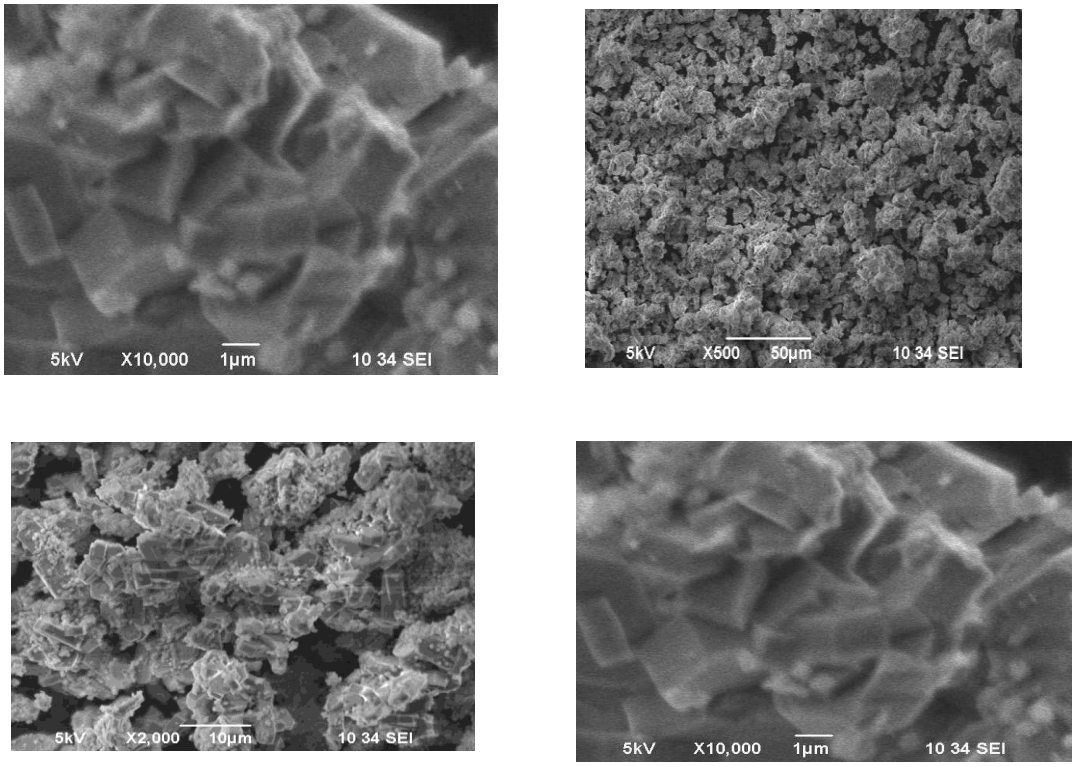


Fig. 3. Electron microscopic images of powdered zeolite ZSM-5 in the H-form: a, b, c, d magnification of 500, 2000, 5000, and 10000 times, respectively.

It is evident that the crystals of the powdered zeolite differ both in shape (due to the presence of crystal intergrowths) and in size.

Table 3 presents the chemical composition of granulated pentasil-containing catalysts.

Table 3. Contents of Na, Al, and Si in pentasil-containing catalysts

Catalyst designation	Na content in terms of Na2O, %	Al contentin terms of Al2O3, % wt.	Si content in terms of SiO2, % wt.
Кат-1	0.03	33.77	66.20
Кат-2	0.04	52.71	47.25

From the presented results it follows that the samples mainly contain silicon and aluminum. The sodium content does not exceed 0.04% by weight. Other elements are present in trace amounts, the presence of which is due to the presence in the components used to prepare the catalysts.

S a result of the X-ray diffraction analysis of the samples listed in Table 3, it was possible to identify all X-ray peaks (Fig. 4). In samples Cat-1 and Cat-2, the phases of zeolite ZSM-5 and γ-Al_2O_3 were determined, which are designated as (■) and (●), respectively. From the presented data it is evident that the diffraction maxima on the X-ray diffraction pattern of sample Cat-1 are

more intense than on the X-ray diffraction pattern of sample Cat-2. The obtained results indicate a higher content of zeolite in the composition of granules of sample Cat-1.

The porous structure of granules of catalysts Cat-1 and Cat-2, consisting of a mixture of zeolite crystals and γ-Al2O3, is a very complex system. Zeolites are characterized by a microporous structure with a possible presence of a small amount of mesopores. For γ-Al_2O_3, a mesoporous structure is mainly characteristic. The values of the specific surface area, pore volume and pore size distribution of the oxide vary widely depending on the synthesis conditions. In addition, a secondary porous structure is formed between the zeolite crystals and γ-Al_2O_3.

Consequently, the total pore volume of the catalyst granules consists of the three listed components and can vary. Table 4 shows the equilibrium adsorption capacities for water, benzene and heptane vapors of the ZSM-5 sample in the H-form and catalysts based on it. It should be noted that the equilibrium adsorption capacity of the ZSM-5 sample in the H-form for heptane is 12–20% higher than for benzene.

The results obtained indicate that mesopores are present in the powdered zeolite due to the formation of a certain number of crystal intergrowths. It is evident that in granulated samples the values of equilibrium adsorption capacity for water are more than 2 times less than the values of equilibrium adsorption capacities for benzene and heptane. The observed differences are explained by the presence of mesopores in the granules, in which the vapors of the indicated hydrocarbons pass into a liquid state due to capillary condensation, but water vapor does not.

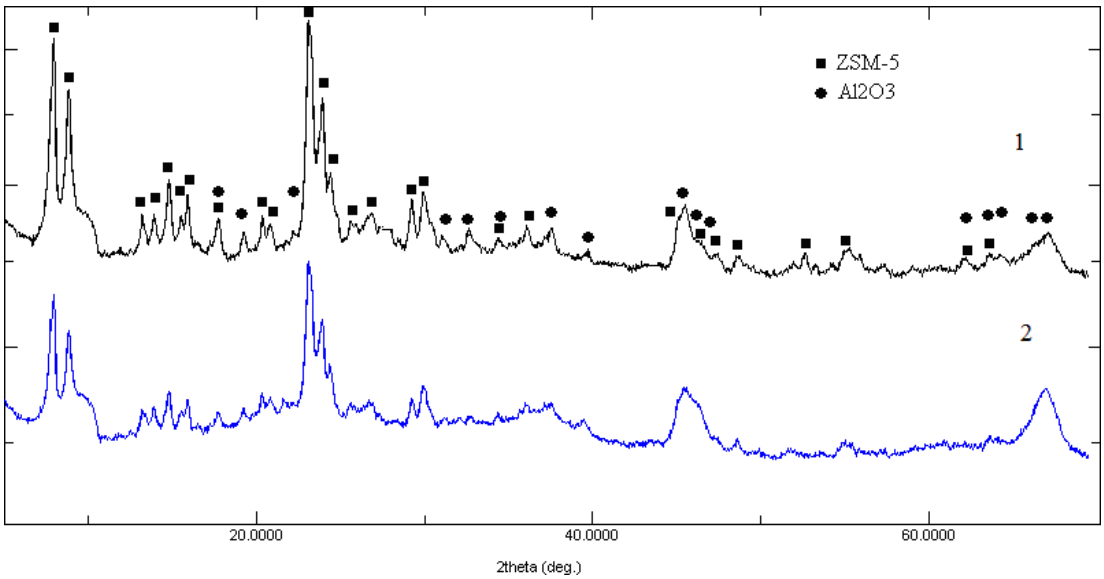


Fig. 4. X-ray diffraction patterns of granulated samples: 1) Cat-1; 2) Cat-2 in wide ranges.

Fig. 5 shows nitrogen adsorption-desorption isotherms for Cat-1 and Cat-2 catalyst samples

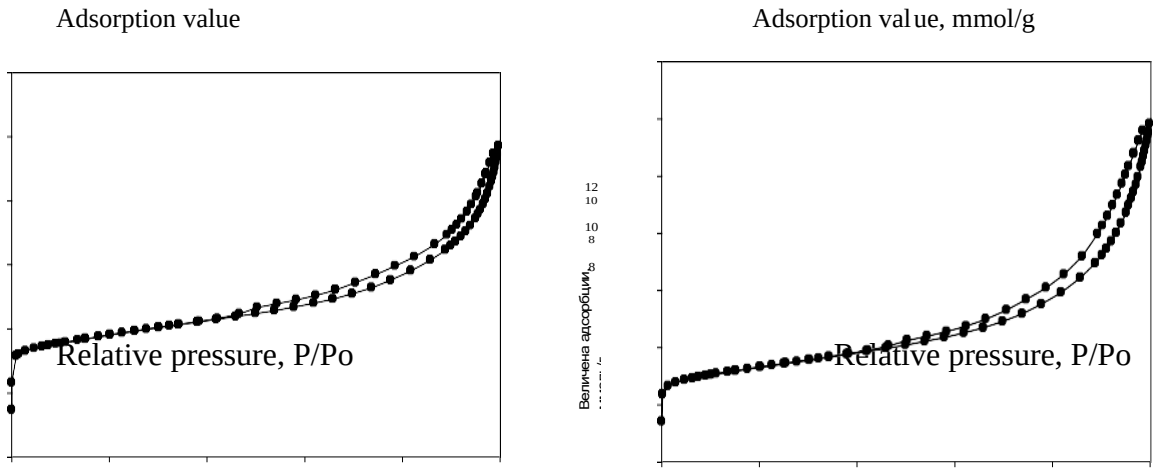


Fig. 5. Nitrogen adsorption-desorption isotherms on samples Cat-1 (a), Cat (b).

It is evident that they have a similar shape. In the initial section of the isotherm in the region of relative pressures P/Po = 0–0.05, a sharp rise is observed. It is typical for microporous carbons and zeolites [6]. In the second section of the isotherm in the region P/Po = 0.45–1.0, a hysteresis loop is visible, which is caused by a wide distribution of mesopore sizes.
Fig. 6 shows the pore size distribution for samples Cat-1 and Cat-2.

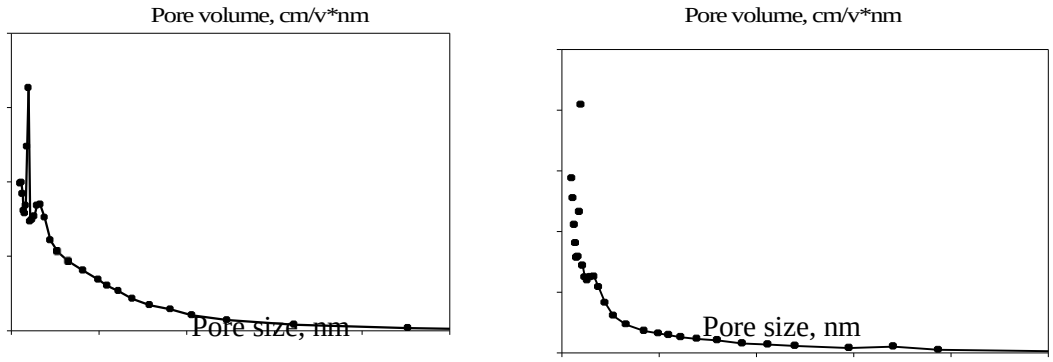


Fig. 6. Mesopore size distribution for samples Cat-1 (a), Cat-2 (b), calculated according to BJH

It is evident that they are characterized by a wide mesopore size distribution from 2 to 60 nm with a maximum in the 4–6 nm region. The presence of a maximum in this region is due to the use of γ-Al2O3 as a binder. With an increase in the content of the binder (sample Cat-2), an insignificant increase in the number of mesopores of 4–6 nm in size is observed, which is due to a more pronounced effect of the porous structure of γ-Al_2O_3

Table 5 shows the characteristics of the porous structure of the above catalyst samples. It is evident that with an increase in the content of the binder (transition from Cat-1 to Cat-2), a decrease in the specific surface area is observed from 273 to 242 m^2/g and an increase in the total volume of micro- and mesopores from 0.377 to 0.442 cm3/g.

Table 4. Physicochemical characteristics of the ZSM-5 zeolite sample in the H-form and catalysts based on it

Conventional designation	Sample	Equilibrium adsorption capacities (cm3/g) by pairs			V_{por} by H_2O, cm^3/g
		H_2O	C_6H_6	C_7H_{16}	
–	H-ZSM-5 70% ZSM-5 +	0.13	0.17	0.19	–
Cat-1	30% Al_2O_3 650°	0.11	0.30	0.38	0.67
	C/ 4 ч				
	50% ZSM-5 +				
Cat-2	50% Al_2O_3 650 °	0.09	0.36	0.45	0.49
	C/ 4 ч				

* P/Ps = 0.8; T = 23–250 °C

Fig. 7 shows the mercury intrusion isotherm for the Kat-1 sample. A similar isotherm is also observed for the Kat-2 sample. It is evident that in the pressure range of 1–100 atm, there is a slight increase in mercury intrusion, which is due to the filling of large macropores. In the pressure range of 200 atm, there is a sharp jump in mercury intrusion, due to the presence of mesopores. This type of intrusion isotherm is typical for micro- and mesoporous materials [7].

Table 6 shows the porosity characteristics of the Kat-1 and Kat-2 samples according to mercury porosimetry data. It is evident that with an increase in the amount of the binder (transition from sample Cat-1 to Cat-2), an increase in the pore volume from 0.38 to 0.70 cm^3/g and an increase in the specific surface area from 51.4 to 85.6 m2/g are observed. Such changes in the porous structure are caused by an increase.

CONCLUSIONS

1. Granulated pentasil-containing catalyst samples of two compositions were synthesized, containing zeolite ZSM-5 with a modulus of 30 in the H-form and γ-Al_2O_3.
2. Using the methods of X-ray fluorescence and X-ray structural analysis, IR spectroscopy, scanning electron microscopy, adsorption measurements, mercury porosimetry, the chemical and phase compositions, characteristics of the porous structure, as well as the adsorption and acidic properties of the obtained samples were determined. 3. It has been established that no interaction between zeolite ZSM-5 and γ-Al_2O_3 is observed in the catalysts, and they represent a mechanical mixture of the components indicated.
4. It has been shown that when the content of zeolite ZSM-5 in the H-form is reduced from 70 to 50% in the pentasil-containing catalyst, the total concentration and concentration of strong acid sites of the synthesized catalysts decrease, while the volume of transport (meso- and macro-) pores in the granules increases.

REFERENCES

1. Пат. № 6596662 США. Production of alkylated aromatic compounds using dealuminated catalysts. 2013.
2. Пат. № 6747182 США. Production of alkylated aromatic compounds using dealuminated catalysts. 2014

3. Пат. № 7109141 США. Alkylated aromatic compositions, zeolite catalyst 10. Пат. № 2256640 РФ. Способ алкилирования бензола этиленом и катализатор для его осуществления. 2005.
4. Пат. № 2265482 РФ. Способ приготовления цеолитсодержащего катализатора алкилирования бензола этиленом. 2014.
5. Пат. № 2265483 РФ. Способ приготовления цеолитсодержащего катализатора алкилирования бензола этиленом. 2014.
6. Хазипова А. Н., Павлова И. Н., Григорьева Н. Г., Кутепов Б. И., Павлов, Р. А. Басимова М. Л. Синтез и исследование свойств Hпа-форм гранулированных цеолитов Y без связующих веществ // Химическая технология. 2012. №1. С. 5–10.
7. M. M. J. Treacy, J. B. Higgins Collection of Simulated XRD Powder Patterns for Zeolites; Elsevier. 2011. 586 p.

ZEOLİT ZSM-5 ƏSASINDA KATALITİK SİSTEMİN SİNTEZİ VƏ FİZİKİ-KİMYƏVİ XÜSUSİYYƏTLƏRİNİN ÖYRƏNİLMƏSİ

Ayralova T.İ, Ismailov M.I,

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
*E-mail:
tamara.ayralova@gmail.com
murad.ismail@gmail.com

XÜLASƏ.
Təqdim olunan məqalədə ali alkilbenzolların istehsalında geniş istifadə olunan seolit tərkibli katalizator sistemlərinin tədqiqinin nəticələri təqdim olunur. , kütləsi 70 və 50% olan dənəvər katalitik sistemlər kristal alüminosilikat seolit ZSM-5 (SiO2/Al2O3=30) və psevdoboehmitin sonradan ekstruziya ilə qəliblənməsi, qurudulması və havada 640-640°C-də kalsinasiyası ilə qarışdırılaraq hazırlanmışdır. Təqdim olunan məqalədə H-formasında modulu 30 və γ-Al2O3 olan seolit ZSM-5 olan ikikomponentli dənəvər pentasil tərkibli katalizator nümunələrinin sintezi üzrə ətraflı elmi tədqiqatlar verilmişdir. Texnoloji proseslərin həyata keçirilməsi üçün lectron-flüoresan və lectron struktur analiz üsullarından istifadə etməklə sintez edilmiş katalizatorun tərkibi tədqiq edilmişdir. Katalizatorun kimyəvi və faza tərkibini, məsaməli strukturun xüsusiyyətlərini, həmçinin alınmış nümunələrin adsorbsiya və turşuluq xüsusiyyətlərini müəyyən etmək üçün İQ-infraqırmızı spektroskopiya, lectron mikroskopiya, adsorbsiya ölçmələrindən istifadə edilmişdir. Tədqiqatlar zamanı katalitik sistemdə seolit ZSM-5 və γ-Al2O3 arasında qarşılıqlı təsir müşahidə edilməmiş və onların göstərilən komponentlərin mexaniki qarışığını təmsil etdiyi müəyyən edilmişdir.

Açar sözlər: *katalizator, alüminosilikatlar, seolitlər, məsaməli struktur, faza tərkibi İQ-infraqırmızı spektroskopiya, lectron mikroskopiya, adsorbsiya ölçmələri*

СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ЦЕОЛИТА ZSM-5

Айралова Т.И., Исмаилов М.1,

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
*Электронная почта:
тамара.айралова@gmail.com
murad.ismail@gmail.com

РЕЗЮМ

В представленной статье представлены результаты исследования цеолитсодержащих каталитических систем, широко используемых в производстве высших алкилбензолов. Таким образом, были приготовлены гранулированные каталитические системы, содержащие 70 и 50% масс., путем смешения кристаллического алюмосиликатного цеолита ZSM-5 (SiO2/Al2O3=30) и псевдобемита с последующим экструзионным формованием, сушкой и прокалкой на воздухе при температуре 640-650°C в течение 4-6 часов. В представленной статье приведены подробные научные исследования по синтезу двухкомпонентных гранулированных образцов пентасилсодержащего катализатора, содержащих цеолит ZSM-5 с модулем 30 в Н-форме и γ-Al2O3. Состав синтезированного катализатора исследовался с использованием методов рентгенофлуоресцентного и рентгеноструктурного анализа при реализации технологических процессов. Методами ИК-инфракрасной спектроскопии, электронной микроскопии, адсорбционных измерений определены химический и фазовый состав катализатора, характеристики пористой структуры, а также адсорбционные и кислотные свойства полученных образцов. В ходе исследований не было обнаружено взаимодействия цеолита ZSM-5 и γ-Al2O3 в каталитической системе, и установлено, что они представляют собой механическую смесь указанных компонентов.

Ключевые слова: катализатор, алюмосиликаты, цеолиты, пористая структура, фазовый состав, ИК-инфракрасная спектроскопия, электронная микроскопия, адсорбционные измерения.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0167

PERXLORAT TURŞUSU KATALİZATORUNUN İŞTİRAKI İLƏ DİETİLENQLİKOLUN-BİS-P-DİNİTROBENZOAT EFİRİNİN SİNTEZİ VƏ TƏDQİQİ

Olmas Ələsgərova[1], Günay Nəsibova[2], Peçorin Kərimov[3], Elnarə Quliyeva[4], Günay Hacıyeva[5]

[1,2,3,4,5] Elm və Təhsil Nazirliyinin akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan
[1,2,3,4]"Maye-fazada oksidləşmə" laboratoriyası
[5]"Üzvi birləşmələrin və neft məhsullarının spektral üsullarla tədqiqi" laboratoriyası
[1]Aparıcı elmi işçi, kimya üzrə fəlsəfə doktoru, olmasalesgerova52@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-9585-8127
[2]Laboratoriya müdiri, kimya üzrə fəlsəfə doktoru, nasibovag@inbox.ru, http://orcid.org/0000-0002-6738-3195
[3]Aparıcı elmi işçi, kimya üzrə fəlsəfə doktoru, pechorinkerimov@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-7991-8989
[4]Aparıcı elmi işçi, kimya üzrə fəlsəfə doktoru, guliyevaelnara1965@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-4797-8132
[5]Elmi işçi, gunayhyeva8@gmail.com, https://orcid.org/0009-0005-6454-8969

XÜLASƏ

Perxlorat turşusu katalizatorunun iştirakı ilə p-nitrobenzoy turşusu və dietilenqlikol əsasında 70 %-li xlorat turşusundan 5 % istifadə etməklə 110-120 °C temperaturda 5-6 saat müddətində 74 % çıxımla dietilenqlikolun-bis-p-dinitrobenzoat efiri sintez edilmişdir. Efirin fiziki-kimyəvi göstəriciləri təyin edilmiş və quruluşu spektral üsulla identifikasiya olunmuşdur. Sintez edilmiş efir dizel yanacağının termooksidləşmə stabilliyini yaxşılaşdırmaq məqsədi ilə sınaqdan keçirilmişdir. Məlum olduğu kimi dizel yanacağına tələbat artdıqca onun göstəricilərinə olan tələblər də sərtləşir.

Avropa və dünya standartlarına əsasən Avro-5-in tələbinə görə ekoloji zərərsiz dizel yanacaqlarının tərkibində ümumi kükürdün miqdarı 10 ppm-dan, aromatik karbohidrogenlərin miqdarı isə 10 %.kütlədən çox olmamalı, setan ədədi 51 ədəd, kinematik özlülük 40 °C-də 3-6 mm^2/san, alışma temperaturu 62 °C, termooksidləşmə stabilliyini xarakterizə edən şöküntünün miqdarı mak. 25 q/m^3 olmalıdır. Yuxarıda deyilənləri nəzərə alaraq, sintez edilmiş efir dizel yanacağının termooksidləşmə stabilliyini yaxşılaşdırmaq məqsədi ilə sınaqdan keçirilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, bu efirin antioksidant aşqar kimi tətbiqi mümkündür. EN İSO 12205 standartına görə hidrotəmizlənmiş dizel yanacağının termooksidləşmə stabilliyi, yəni 100 ml yanacaqda çöküntünün miqdarı 2,5 mq olmalıdır. Hidrotəmizlənmə prosesinə uğradıldıqdan sonra yanacağın tərkibindəki təbii inhibitorlar – səthi aktiv maddələr kənarlaşdırıldığından alınan əmtəə məhsulunun istismarı zamanı bəzi problemlər meydana çıxır: yağlama xassəsi pisləşdiyindən mühərrikin metal hissələri yeyilir; yanacaq yandıqda çöküntü çoxaldığından filtrlər tez tutulur; setan ədədi aşağı olduqda mühərrikin işə düşməsi çətinləşir və s.

Bütün bu nöqsanları aradan qaldırmaq üçün əmtəə dizel yanacağına müxtəlif quruluşlu üzvü maddələrin əlavəsinə ehtiyac görülür. Bu məqsədlə ədəbiyyat materiallarına istinad edərək,

deyilənləri nəzərə alaraq təqdim edilən iş perxlorat turşusunun iştirakı ilə p-nitrobenzoy turşusu və dietilenqlikol əsasında efirin sintezinə həsr edilmiş, onun dizel yanacağının termooksidləşmə stabilliyi xassəsinə təsiri öyrənilmişdir.

Açar sözlər: *p-nitrobenzoy turşusu, dietilenqlikol, perxlorat turşusu, simmetrik efir, mürəkkəb efir, antioksidant, dizel yanacağı*

GİRİŞ

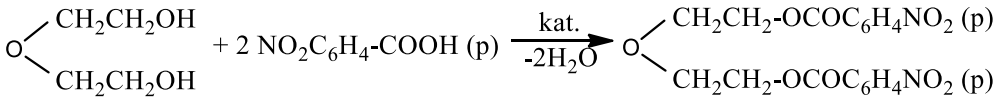
Neftin emalını dərinləşdirmək məqsədilə ikinci emal məhsullarından (katalitik krekinq və kokslaşmanın yüngül qazoyl fraksiyaları) geniş istifadə olunur. Bu həm də dizel yanacağına olan tələbatı ödəmək üçün görülən tədbirlərdən ən başlıcasıdır. AVRO standartlara görə ətraf mühitin qorunması ilə əlaqədar istehsal olunan dizel yanacağında ümumi kükürdün miqdarı 50-10 ppm (AVRO-4) və 10 ppm (AVRO-5) qədər azaldılaraq ekoloji təmiz dizel yanacağı alınması tələb olunur. Hazırda AVRO standartlara cavab vermək məqsədilə neftayırmada ekoloji təmiz dizel yanacağının alınmasında hidrotəmizləmə və hidrogenişləndirmə proseslərindən istifadə olunur. Bu prosesləri tətbiq etdikdə alınan hidrotəmizlənmiş dizel yanacağında ümumi kükürdün miqdarı azalsın deyə onun tərkibindəki heteroatomlu birləşmələr (oksigenli, kükürdlü və azotlu birləşmlər) – təbii səthi aktiv maddələr kənarlaşdırılır. Bu zaman həmin yanacağın istismar xassələri: termooksidləşmə stabilliyi, yağlama xassəsi pisləşir. Bu nöqsanları aradan qaldırmaq üçün müxtəlif funksional qrupları olan üzvi maddələr aşqar kimi yanacağa əlavə olunur.

Məqsəd

Ədəbiyyat materiallarının və praktiki təcrübələrin köməkliyi ilə müəyyən edilmişdir ki, alkilaminlər, alkilfenollar və onların başqa törəmələri, hal-hazırda dizel yanacağında termooksidləşmə stabilliyini yaxşılaşdıran antioksidant kimi qəbul edilmişdir. Bu məqsədlə ədəbiyyat materiallarına istinad edərək, deyilənləri nəzərə alaraq təqdim edilən iş perxlorat turşusunun iştirakı ilə p-nitrobenzoy turşusu və dietilenqlikol əsasında efirin sintezinə həsr edilmiş, onun dizel yanacağıda termooksidləşmə stabilliyi xassəsi öyrənilmişdir [1-4].

Metodlar

Sintez aşağıdakı tənlik üzrə aparılmışdır:



Dietilenqlikolun-bis-p-dinitrobenzoat efirinin alınması: reaksiya kolbasına (0,05 mol) 17,0 qram p-nitrobenzoy turşusu, (0,05 mol) 5,30 q dietilenqlikol, perxlorat turşusu 70 % (5 % turşuya görə hesablanmış) və 100 ml həlledici toluol yerləşdirərək 110-120^{o}C temperaturda, 5-6 saat müddətində qarışdırılır və 2,3 qrama yaxın reaksiya suyu ayrılır. Efirləşmə reaksiyasının sonluğu ayrılan reaksiya suyunun miqdarı və turşu ədədinin stabilliyi ilə təyin edilmişdir. Reaksiya qarışığı soyudularaq ayırıcı qıfda neytrallaşdırılır və yuyulur. Su nasosunun köməkliyi ilə həlledici toluol distillə edildikdən sonra xam efir qurudulur və filtrdən keçirilərək analiz edilir. Sintez edilmiş efirin çıxımı 74 %-dir. Efirin fiziki-kimyəvi göstəriciləri təyin edilmiş və quruluşu Almaniyanın "Bruker" firmasının "ALPHA" İQ-Furye spektrometrinin istifadəsi ilə identifikasiya olunmuşdur. Xüsusi çəkisi – ρ_4^{20} – 1,2686 kq/m^3, n_D^{20} – 1,5464-dir. Sintez edilmiş efir spesifik

iyə malik olub, suda həll olmayan benzol və toluolda yaxşı həll olan maddədir.

Sintez edilmiş efir dizel yanacağı (DY) nümunələrində termooksidləşmə stabilliyini yaxşılaşdıran aşqar kimi ЛСАРТ aparatında 120°C-də 4 saat müddətində yoxlanılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, sintez edilmiş efir 0,004 % miqdarında, hidrotəmizlənmiş DY-na əlavə olunduqda çöküntünün miqdarı 100 ml yanacaqda 2,6 mq-dan 1,4 mq-a qədər aşağı düşmüşdür. Beləliklə, ilk dəfə olaraq, perxlorat turşusu katalizatorunun iştirakı ilə dietilenqlikolun-bis-p-dinitrobenzoat efiri hidrotəmizlənmiş dizel yanacağına antioksidant aşqar kimi tövsiyə oluna bilər.

Nəticə

Məqalədə perxlorat turşusu katalizatorunun iştirakı ilə p-xlorbenzoy və dietilenqlikol əsasında dietilenqlikolun-bis-p-dinitrobenzoat efiri sintez edilmiş, onun dizel yanacağında antioksidant xassəsi yoxlanılmışdır. Sintez olunmuş efirin dizel yanacağında antioksidant xassəsi yoxlanılmış və müəyyən olunmuşdur ki, dietilenqlikolun-bis-p-dinitrobenzoat efirini 0,004 % qatılıqda dizel yanacağına əlavə etdikdə çöküntünün miqdarı 2,6 mq-dan 1,4 mq-ya qədər azalır.

Ədəbiyyat

1. O.M. Ələsgərova, P.M. Kərimov, E.M. Quliyeva, Ş.R. Məmmədova, F.Ç. Çingiz Perxlorat turşu katalizatorunun iştirakı ilə etilenqlikolun-naftenat-p-xlorbenzoat efirinin sintezi və tədqiqi /Akademik Məhərrəm oğlu Məmmədyarovun 100 illik yubileyinə həsr olunmuş beynəlxalq elmi konfrans, 211-212 s., (2024),
2. P.M. Kərimov, O.M. Ələsgərova, M.N. Bayramova, F.Ç. Çingiz Perxlorat turşu katalizatorunun iştirakı ilə dietilenqlikolun-bis-dibenzoat efirinin sintezi və tədqiqi /International scientific conference “Monomers and modern problems of petrochemistry”, 19-20 december 2024, səh. 2013-214,
3. Капустин В.М. Нефтяные и альтернативные топлива с присадками и добавками, Москва, “КолосС”, 230 с., (2008),
4. E.M.Quliyeva. AVRO 5-in tələblərinə cavab verən dizel yanacaqları üçün aşqarların sintezi və tədqiqi: Kim. üz. fəl. dok….dis. Bakı, 167 s., (2017)

Синтез и изучение диэтиленгликоль-бис-п-динитробензоатного эфира с участием катализатора - хлорной кислоты

Олмас Алескерова, Гюнай Насибова, Печорин Керимов, Эльнара Кулиева, Гюнай Гаджиева

[1,2,3,4,5] Министерство науки и образования Азербайджана им. Ю.Г.Мамедалиева Институт Нефтехимических Процессов

[1, 2, 3, 4] Лаборатория жидкофазного окисления

[5]Лаборатория исследования органических соединений и нефтепродуктов спектральными методами

[1]Ведущий научный сотрудник, кандидат химических наук, olmasalesgerova52@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-9585-8127

[2]Заведующий лабораторией, кандидат химических наук, nasibovag@inbox.ru, http://orcid.org/0000-0002-6738-3195

[3]Ведущий научный сотрудник, кандидат химических наук, pechorinkerimov@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-7991-8989

[4]Ведущий научный сотрудник, кандидат химических наук, guliyevaelnara1965@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-4797-8132

[5]Научный сотрудник, gunayhyeva8@gmail.com, https://orcid.org/0009-0005-6454-8969

РЕЗЮМЕ

Диэтиленгликоль-бис-п-динитробензоатный эфир синтезирован с выходом 74% при температуре 110-120 °С в течение 5-6 часов с использованием 5% масс. хлорной кислоты (70%-ная) на основе п-нитробензойной кислоты и диэтиленгликоля в присутствии катализатора - хлорной кислоты. Определены физико-химические свойства эфира и спектральными методами идентифицирована его структура. Синтезированный эфир был испытан с целью улучшения термоокислительной стабильности дизельного топлива. Как известно, с ростом спроса на дизельное топливо ужесточаются и требования к его эксплуатационным характеристикам.

Согласно европейским и мировым стандартам, согласно требованиям Евро-5, содержание общей серы в экологически чистых дизельных топливах не должно превышать 10 ppm, содержание ароматических углеводородов не должно превышать 10% по массе, цетановое число – 51, кинематическая вязкость при 40 °С – 3-6 мм^2/с, температура воспламенения – 62°С, а количество шлака, характеризующее термоокислительную стабильность, должно быть не более 25 г/м^3. Учитывая вышеизложенное, синтезированный эфир был испытан с целью повышения термоокислительной стабильности дизельного топлива. Установлено, что этот эфир может быть использован в качестве антиоксидантной добавки. Согласно стандарту EN ISO 12205 термоокислительная стабильность гидроочищенного дизельного топлива, то есть количество осадка в 100 мл топлива, должна составлять 2,5 мг. Поскольку в результате гидроочистки в топливе удаляются естественные ингибиторы — поверхностно-активные вещества, при эксплуатации полученного товарного продукта возникают некоторые проблемы: ухудшаются смазывающие свойства, что приводит к коррозии металлических деталей двигателя; фильтры быстро засоряются, так как при сгорании топлива образуется осадок; при низком цетановом числе затрудняется запуск двигателя и т. д.

Для устранения всех этих недостатков в товарное дизельное топливо необходимо добавлять органические вещества с различной структурой. С этой целью, ссылаясь на литературные материалы и учитывая вышеизложенное, представленная работа посвящена синтезу эфира на основе п-нитробензойной кислоты и диэтиленгликоля в присутствии хлорной кислоты и изучено его влияние на термоокислительную стабильность дизельного топлива.

Ключевые слова: п-нитробензойная кислота, диэтиленгликоль, хлорная кислота, симметричный эфир, сложный эфир, антиоксидант, дизельное топливо

Synthesıs and study of dıethylene glycol-bıs-p-dınıtrobenzoate ester wıth the partıcıpatıon of a catalyst - perchloroıc acıd

Olmas Alasgarova1, Gunay Nasibova2, Pechorin Karimov3, Elnara Guliyeva4, Gunay Haciyeva5

1,2,3,4,5 Y.H. Mamedaliyev's Institute of Petrochemical Processes of the Ministry of Science and Education, Baku, Azerbaijan

1, 2, 3, 4 Liquid-phase oxidation laboratory

5Laboratory of spectral investigation of organic compounds and petroleum products

1Leader researcher, PhD in Chemistry, olmasalesgerova52@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-9585-8127

2Head of laboratory, PhD in Chemistry, nasibovag@inbox.ru, http://orcid.org/0000-0002-6738-3195

3Leader researcher, PhD in Chemistry, pechorinkerimov@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-7991-8989
4Leader researcher, PhD in Chemistry, guliyevaelnara1965@gmail.comhttps://orcid.org/0000-0002-4797-8132
5Research scientist, gunayhyeva8@gmail.com, https://orcid.org/0009-0005-6454-8969

ABSTRACT

Diethyleneglycol bis-p-dinitrobenzoate ester was synthesized with a yield of 74% at a temperature of 110-120 °C for 5-6 hours using 5% by weight of perchloric acid (70%) based on p-nitrobenzoic acid and diethyleneglycol in the presence of a catalyst - perchloric acid. The physicochemical properties of the ester were determined and its structure was identified by spectral methods. The synthesized ester was tested to improve the thermal-oxidative stability of diesel fuel. As is known, with the growth of demand for diesel fuel, the requirements for its performance characteristics are also becoming more stringent.

According to European and world standards, according to Euro-5 requirements, the total sulfur content in environmentally friendly diesel fuels should not exceed 10 ppm, the aromatic hydrocarbon content should not exceed 10% by weight, the cetane number is 51, the kinematic viscosity at 40 °C is 3-6 mm^2/s, the ignition temperature is 62 °C, and the amount of slag characterizing the thermal-oxidative stability should be no more than 25 g/m^3. Taking into account the above, the synthesized ester was tested in order to increase the thermal-oxidative stability of diesel fuel. It was found that this ester can be used as an antioxidant additive. According to EN ISO 12205, the thermal-oxidative stability of hydrotreated diesel fuel, i.e. the amount of sediment in 100 ml of fuel, should be 2.5 mg. Since hydrotreating removes natural inhibitors — surfactants — from fuel, some problems arise during operation of the resulting commercial product: lubricating properties deteriorate, which leads to corrosion of metal engine parts; filters quickly become clogged, since sediment forms during fuel combustion; engine starting is difficult with a low cetane number, etc.

To eliminate all these shortcomings, organic substances with different structures must be added to commercial diesel fuel. For this purpose, referring to literary materials and taking into account the above, the presented work is devoted to the synthesis of an ester based on p-nitrobenzoic acid and diethylene glycol in the presence of perchloric acid and its effect on the thermal-oxidative stability of diesel fuel is studied.

Keywords: p-nitrobenzoic acid, diethylene glycol, perchloric acid, symmetric ester, ester, antioxidant, diesel fuel

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0172

HALLOZİTLİ KATALİTİK SİSTEMLƏRDƏ KATALİTİK KREKİNQ PROSESİNİN TƏDQİQİ

İradə Xələfova[1], Natalya Andryuşenko[2], Şəbnəm Hüseynova[3]

[1,2,3] Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Neft-kimya texnologiyası və sənaye ekologiyası kafedrası
[1,2,3] Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu
[1]Texniki elmlər üzrə fəlsəfə doktoru, dosent, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan, khalafova.irada@gmail.com
[2]Texniki elmlər üzrə fəlsəfə doktoru, dosent, Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan, natuska3a@gmail.com
[3]Magistr, Kimya Texnologiya fakültəsi, Neft-kimya texnologiyası və sənaye ekologiyası kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan, https://orcid.org/0009-0007-0769-7153, shabnam.huseynova02@mail.ru

XÜLASƏ

Müasir texnoloji və ekoloji tələblər neft emalında əsas proseslərdən biri olan katalitik krekinq prosesinin səmərəliliyinin artırılmasını yəni intensivləşdirilməsini zəruri edir. Motor yanacaqlarının istehsalı proseslərində yeni katalitik sistemlərin axtarılması və tapılması ekoloji və texnoloji vəzifə olaraq öz vacibliyini qoruyur. Bu məqalə çevrilmə dərinliyini yüksəltmək və əldə olunan benzinlərin ekoloji xüsusiyyətlərini yaxşılaşdırmaq məqsədilə katalitik krekinq prosesində tətbiqi üçün yeni katalitik sistemlərin yaradılmasına və ya tapılmasına həsr olunmuşdur. Qarşıya qoyulan bu məqsədə çatmaq üçün sənayedə öz tətbiqini tapmış kataizatorlar əsasında hazırlanan və təklif edilən katalitik sistemlər işlənib hazırlanmışdır. Bu tədqiqat təkmilləşdirilmiş ekoloji xüsusiyyətlərə malik motor yanacaqları alınmasında əsas katalizatorda hallozitlərdən əlavə kimi istifadə imkanlarına həsr olunmuşdur. Tədqiqatın əsas məqsədi hallozit əlavəsinin katalitik sistemin performansına xüsusilə də əldə olunan məhsulların tərkibinə, benzin fraksiyasının keyfiyyət göstəricilərinə və aromatik karbohidrogenlərin miqdarına olan təsirinin müəyyənləşdirilməsidir. Məqalədə katalitik sistemlər olaraq katalitik krekinq katalizatoru qismində əsas sənaye Omnikat-210P və onun hallozitlərlə birgə qarışığından istifadə edərək nəticədə alınan benzin fraksiyasının çıxımı müqayisəli şəkildə təhlil edilmişdir.

Açar sözlər: *katalitik krekinq, hallozitlər, katalizator, Omnikat-210P*

GİRİŞ

Neft ehtiyatlarında gün keçdikcə artan çatışmazlıq alternativ enerji resursları və yeni və ya işlənilməmiş katalitik sistemlərin axtarışı zərurətini yaradır.

Benzin istehsalı proseslərində katalitik krekinq prosesi zamanı tətbiq olunan əsas katalizatorların müəyyən edilməsi üçün ədəbiyyat təhlili aparılmışdır. Bu katalizatorlar əsasən müxtəlif məsaməlilik və güclü turşu mərkəzlərinin xarakterik olduğu sintetik seolit tərkibli katalizatorlardır. HZSM-5, HZSM-10, HZSM-12 (5-12 halqalı seolitlər adlanır) kimi katalizatorların katalitik krekinq prosesində geniş tədqiqi aparılmışdır [1-9].

Alınan benzinlərin tərkibindəki aromatik karbohidrogenlərin miqdarı onların keyfiyyətinə qoyulan tələblər əsasında Avro-3 üçün çəki üzrə 42% (çox olmamaqla), Avro-4 və Avro-5 üçün

isə 35% ilə məhdudlaşdırılır. Bununla bağlı benzin fraksiyalarının istehsal proseslərinin tədqiqi mümkün olduqda elə katalitik sistemlərin axtarışına yönəlmişdir ki, bu cür sistemlər alınan benzin fraksiyasında aromatik birləşmələrin miqdarının azaldılmasına imkan verir.

Bu işdə krekinq katalizatoru Omnikat-210P (təmiz halda) və təbii hallozit nanoboruları ilə qarışıqda katalizator kimi tədqiq edilmişdir.

Hallozitlər kimyəvi tərkibi cəhətdən kaolinitlərə bənzəyən, strukturu içi boş boru formasına malik və Al/Si nisbəti digər alümosilikatlara nisbətdə daha yüksək olan kaolinit qrupuna aid gil minerallarıdır.

Hallozitlər alüminium və silisium oksidlərinin boru şəklində bükülmüş qatlarından ibarətdir. Boruların xarici və lümenin (deşik) daxili səthində uyğun olaraq silisium dioksid təbəqəsi və alüminium oksidi təbəqəsi vardır [10-12]. Borularda xarici diametrləri 40-100 nm aralığında dəyişir və orta diametr 70 nm-dir [11, 13]. Daxili deşiklərin (lümen) diametrləri 10-50 nm arasında dəyişir və orta ölçü 20 nm-dir [13]. Boruların uzunluq diapazonu 0,5 ilə 2,0 μm arasındadır [10].

Hallozit nanoborularına unikallıq verən hallozit təbəqəsinin xarici və daxili tərəflərinin malik olduğu fərqli kimyəvi strukturu digər nanoborularda olmayan xüsusiyyətdir. Hallozitin xüsusiyyətlərinə, o cümlədən nanoboruların daxili və xarici səthlərinin müxtəlif səth və kimyəvi xüsusiyyətləri aiddir [14]. Silisium və alüminium oksidlərin müxtəlif ionlaşma və dielektrik xüsusiyyətləri vardır. hallozit borularının daxili və xarici səthlərinin selektiv modifikasiya olunmasının mümkünlüyü karbohidrogenlərin krekinqi zamanı əhəmiyyətli fayda verə bilər.

Bu nanoborular 80-150 m^2/q aralığında dəyişən nisbətən yüksək xüsusi səthə malikdir. Bu səbəbdən bu minerallar üçün olduqca yüksək daha dəqiq desək, 0,02-dən 0,68 mol/kq-a qədər kation mübadilə qabiliyyəti xarakterikdir [11]. Hidratlaşmış hallozit nanoboruların malik olduğu digər xüsusiyyət laylararası boşluğa aşağı molekullu birləşmələri adsorbsiya etmək qabiliyyətidir [11, 15, 16]. Nanoboruların daxili lümeninə yüklənmə yolu ilə 300 q/mol-dan yuxarı molekullu birləşmələrin udulması halı baş verir. Bu isə ağır karbohidrogenlərin emalında xüsusi əhəmiyyət kəsb edir [10, 17-19].

Alüminium oksidin bu hallozit nanohissəciklərində yüksək konsentrasiyası ilə əlaqədar turşu mərkəzlərinin mövcudluğu karbohidrohidrogenlərin krekinqinə imkan yaradır. Kimyəvi rabitələrin heterolitik parçalanmasını katalizləyən isə məhz bu turşu mərkəzləridir. Bunun nəticəsində, β-eliminasiya və yaxud hidrid-ionun ötürülməsi ilə zəncirin yenidən qurulmasına daxil olan, C–C rabitələrinin parçalanmasına məruz qalan qeyri-stabil karbokationlar alınır. Bütün sözügedən proseslər krekinq prosesini sürətləndirən yüksək reaktiv ion və radikalların əmələ gəlməsinə səbəb olur [20, 21].

Problemin qoyuluşu

Bu məqalə çevrilmə dərinliyini yüksəltmək və əldə olunan benzinlərin ekoloji xüsusiyyətlərini yaxşılaşdırmaq məqsədilə katalitik krekinq prosesində tətbiqi üçün yeni katalitik sistemlərin yaradılmasına və ya tapılmasına həsr olunmuşdur. Qarşıya qoyulan bu məqsədə çatmaq üçün sənayedə öz tətbiqini tapmış kataizatorlar əsasında hazırlanan və təklif edilən katalitik sistemlər işlənib hazırlanmışdır.

Eksperimental hissə

Xammal olaraq vakuum qazoylunun katalitik krekinq prosesi axınlı laboratoriya qurğusunda aparılmışdır. Xammalın prosesə kütləvi verilmə sürəti (KVS) 1-20 s^{-1} arasında və

490-510 °C temperatur intervalında həyata keçirilmişdir. Yuxarıda verilən şəraitdə "Omnikat-210P" və onun hallozitlərlə birgə qarışığından istifadə olunaraq model uzun zəncirli karbohidrogenlərin krekinqindən alınan məhsulların karbohidrogen tərkibi Cədvəl 1-də verilmişdir [9].

Cədvəl 1. Omnikat-210P və onun hallozitlərlə birgə qarışığı üzərində model uzun zəncirli karbohidrogenlərdən alınan krekinq məhsullarının kimyəvi tərkibi.

Məhsulların karbohidrogen tərkibi, çəki ilə %	Katalitik sistemlər	
	Omnikat-210P	Omnikat-210P + hallozit
	KVS = 1 s^{-1}	
parafinlər	0	0
olefinlər	0,73	2,13
tsikloparafinlər	0,64	0,87
aromatiklər, daxil olmaqla	94,39	90,70
Benzol	4,18	3,93
alkilbenzollar	25,91	32,34
	KVS = 20 s^{-1}	
parafinlər	14,62	12,4
olefinlər	22,13	24,6
tsikloparafinlər	6,43	8,4
aromatiklər, daxil olmaqla	56,58	55,2
Benzol	2,87	1,83
Alkilbenzollar	42,33	45,96

Krekinqdən alınan məhsulların tərkibinin öyrənilməsi zamanı müəyyən olunmuşdur ki, katalizator və xammalın təmas müddəti artdırıldıqca karbohidrogenlərin çevrilmə məhsullarının əsasını aromatik karbohidrogenlər təşkil edir. Eyni zamanda n-parafin birləşmələri aşkar edilmir, olefin və naften birləşmələrinə gəldikdə isə onların miqdarı uyğun olaraq 0,73 % və 0,64 % təşkil etmişdir [9].

Eyni zamanda katalizator və xammalın təmas müddətinin azaldılması da yaranan aromatik karbohidrogenlərin tərkibinə və miqdarına təsir göstərir. Belə ki, benzolun tərkibində çəki ilə 3,18% -ə qədər azalma, lakin müxtəlif benzol törəmələrinin ümumi miqdarında bir qədər artım yəni çəki ilə 30,24% müşahidə edilir. Xammalın kütləvi verilmə sürətindəki artım polinüvəli aromatik birləşmələrin azalmasına gətirib çıxarır.

Kütləvi verilmə sürətinin (KVS) 20 s^{-1}-ə qədər artırılması ilə alınmış katalizatın tərkibindəki olefin, parafin və tsikloparafin karbohidrogenlərinin miqdarı əhəmiyyətli dərəcədə yüksəlir. KVS=1-10 s^{-1} olduğu halda 94,39-91,54% kütlə arasında dəyişən aromatik birləşmələrin miqdarı KVS=20 s^{-1} olduqda 56,58%-ə qədər azalır. Aromatik birləşmələrin əsas hissəsi alkilbenzol birləşmələrindən ibarətdir (Cədvəl 2).

Uzun karbon zəncirlərinin parçalanma reaksiyalarının nisbətinin azalması xammal və katalizatorun təmas müddətinin azalması nəticəsində baş verir. Həmçinin alınan benzolun nisbətinin azalması və müvafiq olaraq alkilbenzolların nisbətinin artması müşahidə edilir. Bu fakt Omnikat-210P katalizatorunun hallozitlərlə birgə katalitik sistemindən katalizator kimi istifadə etdikdə öz təsdiqini tapır.

Krekinq prosesinin hallozitlərin əlavə edilməsi ilə katalitik sistemlərdə həyata keçirilməsi eyni zamanda benzolun azalması ilə olefin karbohidrogenlərinin artmasına səbəb olur. Bunu cədvəl 1-də verilən nəticələrdən aydın şəkildə görmək olar.

Omnikat-210P + hallozit qarışığından istifadə edilən zaman o-ksilolun miqdarı KVS=1 s^{-1} olduqda 6,28 % kütlə təşkil edir. Lakin eyni katalitik sistemlə (Omnikat-210P + hallozit) KVS-nin 20 s^{-1} qiymətində o-ksilolun miqdarı 14,65%-ə qədər yüksəlir.

Cədvəl 2. Model uzun zəncirli karbohidrogenin krekinqi zamanı əmələ gələn alkilbenzollar.

Alkil benzolun tərkibi, çəki ilə %	Katalizator					
	Omnikat-210P			Omnikat-210P + hallozit		
	Xammalın kütləvi verilmə sürəti, s^{-1}					
	1	10	20	1	10	20
Metilbenzol	1,9	2,03	2,59	1,2	1,53	2,81
1,2-dimetilbenzol	2,21	3,17	6,63	6,28	8,85	14,65
1,3-dimetilbenzol	1,04	1,15	2,63	1,37	1,53	3,72
1,2,3-trimetilbenzol	0,31	0,57	3,06	2,57	2,9	3,07
1,2-dietilbenzol	6,15	7,68	9,18	7,35	7,69	8,22
1-etil-2-metil benzol	3,03	4,67	6,19	4,82	4,44	5,39
1-metil-3-propilbenzol	5,91	5,84	8,35	4,63	4,97	5,44
1-metil-2-(2-propenil) benzol	5,33	5,23	3,9	4,06	3,05	2,63
Cəmi:	25,88	30,34	42,53	32,28	34,96	45,93

Omnikat 210P-nin hallozitlə qarışığından istifadə edildikdə aşkar edilmişdir ki, krekinq qazlarının tərkibindəki etilenin miqdarı əhəmiyyətli dərəcədə azalır, lakin eyni zamanda propilenin miqdarı yüksəlir.

Nəticələrin müzakirəsi

Aparılmış tədqiqatların növbəti mərhələsində xammal olan vakuum qazoylunun katalitik krekinqi araşdırılmışdır. Proses axınlı laboratoriya qurğusunda KVS=22,0 s^{-1} və 480-520 °C temperatur intervallarında aparılmışdır [22-24].

Cədvəl 3-də vakuum qazoylunun 480-520 °C intervalda sənaye katalizatoru Omnikat-210P və onun hallozitlə birgə qarışığından istifadə edilərək aparılan katalitik krekinq prosesinin maddi balansı verilmişdir.

Cədvəl 3. 480-520 °C temperatur intervalında vakuum qazoyunun katalitik krekinq prosesinin material balansı.

Xammalın tipi	Katalizator					
	Omnikat-210P			Omnikat-210P + hallozit		
	Prosses temperaturu, °C					
	480	500	520	480	500	520
Götürülür, % kütlə:						
Vakuum qazoylu	100	100	100	100	100	100
Alınır, % kütlə:						
C_4 daxil olmaqla qazlar	12,7	13,5	17,3	12,9	14,0	18,5
Benzin fraksiyası q.b. 200 °C	38,4	45,5	41,4	39,5	46,7	41,9
Yüngül qazoyl 200-350 °C	17,6	7,3	6,0	17,3	7,4	5,3
Ağır qazoyl	27,3	28,5	29,7	26,8	27,3	28,7
Koks	2,5	2,7	3,1	2,3	2,7	3,2
İtki + su*	1,8	2,3	2,4	2,1	2,5	2,6
Konversiya, % kütlə.	53,3	62,1	62,1	54,3	63,3	63,3
Benzinə görə seçicilik, %	72,1	73,6	66,7	72,5	73,8	66,4

Nəticədə alınan məlumatların təhlili belə qənaətə gəlməyə imkan verir ki, prosesin temperaturunun 480 °C-dən 500 °C-ə qədər artması ilə benzin fraksiyasının çıxımının artması tendensiyası müşahidə edilib. Qaz və benzin fraksiyalarının bu şəraitdə çıxımının artması və ağır qazoylun miqdarında azalma aşkar olunub [6-8]. Proses üçün optimal temperatur eksperimental olaraq 500 °C müəyyən olunmuşdur.

Heydər Əliyev adına NEZ-da zavod şəraitində alınan katalitik krekinq benzinləri ilə 500 °C-də işlənmiş katalitik sistemlərdə katalitik krekinqdən alınan benzin fraksiyalarının keyfiyyət göstəriciləri müqayisə edilmiş və cədvəl 4-də verilmişdir [23, 24].

Müqayisə nəticəsində demək olar ki, ənənəvi katalitik krekinq benzinlərinin keyfiyyət göstəriciləri işlənmiş katalitik sistemlərdə katalitik krekinq prosesində alınan benzin fraksiyalarının keyfiyyət göstəriciləri ilə Cədvəl 4-dən də göründüyü kimi praktiki olaraq eynidir [23, 24].

Cədvəl 4. Vakuum qazoylunun katalitik krekinq prosesi ilə zavod şəraitində və inkişaf etdirilən katalitik sistemlər – Omnikat-210P + hallozitlər istifadə edilərək əldə olunan benzinlərin fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərinin müqayisəsi.

Göstəricilər	Katalitik krekinq benzini (Heydər Əliyev adına NEZ)	Omnikat-210P +hallozit
Sıxlıq (20 °C), kq/m^3	726,3-738,8	736,7
Fraksiya tərkibi, °C:		
Qaynama başlanğıcı	35-38	33,0
10 % temperaturda distillə edilir	50-70	50,0
50 % -‘’-	104-116	104,0
90 % -‘’-	185-190	180,0
Qaynama sonu	195-205	195,0
Yod ədədi I_2/q	35-55	42,5
Turşuluq KOH/ 100 sm^3	0,35-1,55	0,67
Doymuş buxar təzyiqi, kPa	38,8-54,6	47,4
Faktiki qatranların konsentrasiyası, mq/100 sm^3	0,93-2,5	1,07
Kükürdün miqdarı, % kütə.	0,014-0,018	0,014
Mis lövhə testi	+	+
Karbohidrogen tərkibi, % kütlə:		
n-parafinlər	15,5-30,5	21,5
izo-parafinlər	20,5-30,5	26,6
naftenlər	7,4-16,4	8,4
olefinlər	15,3-18,3	18,3
aromatiklər, daxil olmaqla	23,2-30,2	26,5
Benzol	1,9-3,5	1,09
Oktan ədədi	90-91	90,5

Zavod şəraitində alınmış benzinlərlə müqayisədə bütün istifadə olunan katalitik sistemlər üçün əldə edilən benzinlərin karbohidrogen tərkibindəki dəyişikliklər aromatik, izo-parafin və olefin birləşmələrinin miqdarının artmasında özünü göstərir.

Qeyd etmək lazımdır ki, ənənəvi vakuum qazoylunun krekinqi üçün sınaqdan keçirilmiş katalizatorlara hallozitlərin əlavə edilməsi nəticədə alınan benzin fraksiyalarının karbohidrogen

tərkibində olefinlərin, izoparafinlərin artmasına və aromatik birləşmələrin müəyyən qədər azalmasına səbəb olmaqla onun tərkibinə təsir göstərir.

Nəticə

Beləliklə, həyata keçirilmiş tədqiqatlar zamanı katalitik krekinq prosesində katalitik sistemlərdə hallozitlərin istifadəsinin mümkünlüyü aşkar olunmuşdur. Hallozitlərin sənaye katalitik krekinq katalizatorlarına əlavə edilməsi olefin və izoparafin karbohidrogenlərin miqdarında artıma və benzin fraksiyasında aromatik karbohidrogenlərin miqdarının 1,3-1,8% azalmasına səbəb olur.

Ədəbiyyat

1. Furimsky E. Catalytic hydrodeoxygenation // Applied Catalysis A: General 2000, 199, (2), p. 147-190
2. Donnis B., Egeberg R., Blom P. et al. Hydroprocessing of Bio-Oils and Oxygenates to Hydrocarbons. Understanding the Reaction Routes // Topics in Catalysis. 2009. v. 52. № 3. p. 229
3. Topsoe H. Clausen B., Massoth E. Termochemical conversion of biomass to liquid fuels and chemicals // Science and Technology. Germany. 2000. v. 3. p. 22-31
4. Senol O.I., Viljava T.R., Krause A.O.I. Hydrodeoxygenation of aliphatic esters on sulphided NiMo/γ-Al2O3 and CoMo/γ-Al2O3 catalyst: The effect of water // Catalysis Today. 2005. v. 106. p. 186-189
5. Мамедова Т.А., Андрющенко Н.К., Алиева С.З., Аскерова Э.Н., Алиева З.М. Исследование процесса получения экологически чистых дизельных топлив путем совместной переработки нефтяного и растительного сырья // Азербайджанский химический журнал, 2010, № 1, с. 184-187
6. Аббасов В.М., Рустамов М.И., Мамедова Т.А., Андрющенко Н.К., Аскерова Э.Н., Велиев Х.Р. Получение дизельных топлив нового поколения гидроочисткой смеси нефтяного и растительного сырья // Химия и технология топлив и масел, 2010, № 3, с. 8-11
7. Мамедова Т.А., Талыбов А.Г., Андрющенко Н.К., Аббасов В.М., Рустамов М.И. Различные варианты получения экологически чистых дизельных топлив на основе растительного сырья Азербайджана // Процессы нефтехимии и нефтепереработки, 2008, № 3-4(35-36), с. 140-154
8. Abbasov V., Mammadova T., Andryushenko N, Hasankhanova N., Lvov Y., Abdullayev E. Halloysite-Y-zeolite blends as novel mesoporous catalysts for the cracking of waste vegetable oils with vacuum gasoil. Fuel, 2014, V. 117, pp. 552-555.
9. Khalafova I.A., Andryushenko N.K. Study of the process of obtaining alternative motor fuels using vegetable oils. Chemical problems, 2022, № 3 (20), p. 229-241.
10. Chow P.W. Production of synthetic crude petroleum. US Patent 5233109, 1993
11. Price R., Gaber B., Lvov Y. In-vitro release characteristics of tetracycline, khellin and nicotinamide adenine dinucleotide from halloysite; a cylindrical mineral for delivery of biologically active agents // Journal of Microencapsulation. 2001. V. 18. P. 713-723
12. Park K.C., Ihm S.K. Comparison of Pt/Zeolite Catalysts for n-Hexadecane Hydroisomerization // Appl. Catal., A: General 2000. v. 203, p. 201-209
13. Tari G., Bobos I.C., Gomes S.F. et al. Modification of surface charge properties during kaolinite to halloysite-7Å transformation // J. Colloid and Interface Sci. 1999. V. 210. P. 360-366
14. Joussein E., Petit S., Churchman J., et al. Halloysite clay minerals – a revie // Clay Minerals: A Review. 2005. V. 40. P. 383-426
15. Yuan P., Southon P.D., Liu Z., et al. Functionalization of halloysite clay nanotubes by grafting with γ-aminopropyltriethoxysilane // J. Phys. Chem. C. 2008. V. 112. P. 15742-15751
16. Bates T., Hildebrand F., Swineford A. Morphology and Structure of Endelite and Halloysite // American Mineralogist. 1950. V. 35. P.463-484

17. Hiller S., Ryan P.C. Identification of halloysite (7 angstrom) by ethylene glycol solvation: the «MacEwan effect» // Clay Minerals. 2002. V. 37. № 3 P. 487-496
18. Carr R.M., Chaikum N., Patterson N. Intercalation of Salts in Halloysite // Clays &Clay Miner. 1978. V. 26. № 2. P. 144-152
19. Kelly H.M., Deasy P.B., Zaika E., et al. Formulation and preliminary in vivo dog studies of a novel drug delivery system for the treatment of periodontitis // International Journal of Pharmaceutics. 2004. V. 274. P. 167-183
20. Levis S.R., Deasy P.B. Characterisation of halloysite for use as a microtubular drug delivery system // International Journal of Pharmaceutics. 2002. V. 243. № 1-2, P. 125-134
21. Levis S.R., Deasy P.B. Use of coated microtubular halloysite for the sustained release of diltiazem hydrochloride and propranolol hydrochloride // International Journal of Pharmaceutics. 2003. V. 253. P. 145-157
22. Мамедова Т.А., Алиева Р.В., Андрющенко Н.К., Аббасов В.М., Рустамов М.И. Получение биодизельных топлив на основе растительного сырья Азербайджана // Процессы нефтехимии и нефтепереработки, 2008, № 1 (33), с. 68-75
23. Мамедова Т.А., Андрющенко Н.К., Лятифова Т.С., Аскерова Э.Н., Теюбов Х.Ш., Х.Г. Кесеменли. Получение бензинов каталитического крекинга переработкой смеси нефтяного и растительного сырья//Нефтепереработка и нефтехимия, №11, 2012, с.15-18
24. Мамедова Т.А., Андрющенко Н.К., Лятифова Т.С., Аскерова Э.Н., Абдулова Ш.Н., Ибрагимов Х.Д. Исследование процесса каталитического крекинга смеси вакуумного отгона и хлопкового масла на цеолитсодержащем катализаторе // Процессы нефтехимии и нефтепереработки, № 2 (50) 2012, с. 152-160.

Study of the catalytıc crackıng process on catalytıc systems wıth halloysıtes

Irada Khalafova[1], Natalya Andryushenko[2], Shabnam Huseynova[3]

[1,2,3]Azerbaijan State Oil and Industry University, Department of Petrochemical Technologies and Industrial Ecology
[1,2,3] Institute of Petrochemical Processes, khalafova.irada@gmail.com
[1]PhD in Engineering Sciences, Associate Professor, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Republic of Azerbaijan
[2]PhD in Engineering Sciences, Associate Professor, Institute of Petrochemical Processes, Baku, Azerbaijan Republic, natuska3a@gmail.com
[3]Master, Chemical Technology Faculty, Department of Petrochemical Technologies and Industrial Ecology, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Republic of Azerbaijan, https://orcid.org/0009-0007-0769-7153, shabnam.huseynova02@mail.ru

ABSTRACT

Modern technological and environmental requirements necessitate the enhancement — or rather, the intensification — of one of the key processes in oil refining: the catalytic cracking process. The search for and development of new catalytic systems for motor fuel production remains a critical task from both environmental and technological perspectives. This article is dedicated to the development or identification of new catalytic systems for application in the catalytic cracking process, with the aim of increasing the depth of conversion and improving the environmental characteristics of the resulting gasoline. To achieve this goal, catalytic systems have been developed based on catalysts that are already applied in industry. This research focuses on the potential use of halloysite as an additive to the primary catalyst to produce motor fuels with improved environmental properties. The main objective of the study is to determine the impact of halloysite addition on the performance of the catalytic system — specifically, its effect on the composition of the obtained products, the quality indicators of the gasoline fraction, and the

amount of aromatic hydrocarbons. In this article, the catalytic systems were analyzed by comparing the performance of the industrial catalyst Omnikat-210P with a mixture of Omnikat-210P and halloysite. The yield of the resulting gasoline fraction was analyzed comparatively.
Keywords: *catalytic cracking, halloysites, catalyst, Omnikat-210P*

Исследование процесса каталитического крекинга на каталитических системах с галлуазитами

Халафова Ирада[1], Наталя Андрющенко[2], Гусейнова Шабнам[3]

[1]Доктор философии по техническим наукам, доцент, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджанская Республика, khalafova.irada@gmail.com

[2]Доктор философии по техническим наукам, доцент, Институт нефтехимических процессов, Баку, Азербайджанская Республика, natuska3a@gmail.com

[3]Магистр, Химико-технологический факультет, Кафедра нефтехимических технологий и промышленной экологии, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджанская Республика, https://orcid.org/0009-0007-0769-7153, shabnam.huseynova02@mail.ru

РЕЗЮМЕ

Современные технологические и экологические требования делают необходимым повышение эффективности, то есть интенсификацию, одного из основных процессов нефтепереработки — процесса каталитического крекинга. Поиск и внедрение новых каталитических систем в процессах производства моторных топлив сохраняет свою важность как экологическая, так и технологическая задача. Данная статья посвящена созданию или выявлению новых каталитических систем для применения в процессе каталитического крекинга с целью увеличения глубины превращения и улучшения экологических свойств получаемого бензина. Для достижения поставленной цели были разработаны и предложены каталитические системы, основанные на катализаторах, уже применяемых в промышленности. Это исследование посвящено возможностям использования галлуазита в качестве добавки к основному катализатору при получении моторных топлив с улучшенными экологическими характеристиками. Основной целью исследования является определение влияния добавки галлуазита на эффективность каталитической системы, в частности на состав полученных продуктов, показатели качества бензиновой фракции и количество ароматических углеводородов. В статье каталитические системы рассматриваются с использованием в качестве катализатора основного промышленного катализатора Omnikat-210P и его смеси с галлуазитом, с проведением сравнительного анализа выхода бензиновой фракции.

Ключевые слова: *каталитический крекинг, галлуазиты, катализатор, Омникат-210П*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0180

ENHANCEMENT OF DIESEL AND BOILER FUEL QUALITY THROUGH ADDITIVES

Aida Shahmammadova[1], Cafarova Madina[2]

Azerbaijan State University of Oil and Industry
Department: "Technology of organic substances and macromolecular compounds"
[1]Associate Professor, Doctor of Philosophy in Chemistry
https://orcid.org/0000-0002-8795-7758, aida.aliyeva1@gmail.com,
[2]Master's student of the department, medinajafarova1@gmail.com

ABSTRACT

Global demand for diesel fuel continues to rise steadily. By 2030, the forecasted demand for diesel fuel is projected to escalate from 32% to 41% of the total volume of petroleum products. In response to this trajectory, regulatory frameworks in industrially advanced nations place substantial emphasis on the environmental performance of diesel engines and endorse initiatives aimed at mitigating noxious exhaust emissions. Meeting this imperative demands the manufacture of environmentally sustainable fuels, the advancement of cutting-edge engine technologies, and the deployment of catalytic exhaust gas neutralization systems to curtail atmospheric pollution. A dominant trend across international diesel fuel specifications is the progressive reduction of sulfur content. Sulfur-containing compounds are the principal precursors to the emission of corrosive and toxic sulfur dioxide. Decreasing sulfur concentrations in fuel correlates directly with reduced sulfur oxide emissions, which are implicated in respiratory irritation, acid rain formation, metallic corrosion, and the degradation of catalytic converters. This reduction concomitantly diminishes the concentration of solid particulate matter in exhaust gases and mitigates deposit accumulation within fuel delivery systems. Among the paramount properties governing the dependable operation of engines and fuel systems under subzero conditions are low-temperature performance metrics, notably the cloud point and the Cold Filter Plugging Point (CFPP) [15]. Winter-grade diesel fuels are required to conform to stringent low-temperature performance criteria, as prescribed by the principal European diesel fuel specification, GOST R 52368 [16]. Given the exacting requirements of Russia's northern regions for motor fuels demonstrating exceptional low-temperature operability, the production of diesel fuels engineered for enhanced cold-weather performance constitutes a strategic priority.

OBJECTIVE

This study seeks to optimise the production of advanced diesel fuels with enhanced low-temperature properties, tailored for moderate and cold climates, through the application of depressant and dispersant additives (DDA). Additionally, it aims to refine the technology for producing fuel oil with improved environmental characteristics by incorporating hydrogen sulphide scavenger additives.

In 2014, a new specification for dewaxed winter and arctic diesel fuels, GOST R 55475 [19], came into effect. This standard was developed to address the shortcomings of the EURO diesel fuel specification, GOST R 52368, which limits the operational temperature for arctic

climates to -44°C. The feedstock, a diesel fraction with an end boiling point of 360°C, yields hydrodewaxed diesel fuel distinguished by a higher-boiling fractional composition, with at least 95% distilling by 360°C, compared to 340°C as stipulated by GOST R 52368 [18,20].

Among the most critical properties ensuring the reliable operation of engines and fuel delivery systems under subzero conditions are low-temperature characteristics, notably the cloud point and the Cold Filter Plugging Point (CFPP) [15]. Winter-grade diesel fuels are subject to specific low-temperature performance requirements, as delineated in the primary EURO diesel fuel specification, GOST R 52368. The stringent demands of Russia's northern regions for motor fuels with exceptional low-temperature operability highlight the critical need to produce diesel fuels with enhanced cold-weather performance. The enactment of GOST R 55475 [19] in 2014 responded to the EURO standard's inadequacy at -44°C, given that ambient temperatures in regions such as Siberia and Yakutia frequently fall to between -50°C and -55°C. Key distinctions in low-temperature properties between GOST R 52368 and GOST R 55475 are outlined in Table 1.3 [10]. Owing to the feedstock's boiling range extending to 360°C, hydrodewaxed diesel fuel exhibits a higher-boiling fractional profile. The production of diesel fuels with superior low-temperature properties for winter and arctic climates presents the most formidable challenge, attributable to their narrow fractional composition and the molecular weight distribution of n-paraffinic hydrocarbons.

It is widely acknowledged that the low-temperature behaviour of diesel fuels is determined less by the total concentration of n-paraffinic hydrocarbons and more by their molecular weight distribution [15,21-24]. A consistent trend across all hydrocarbon classes indicates that as molecular weight and boiling point rise, so too does the melting point. However, the molecular structure exerts a significant influence on melting behaviour. Hydrocarbons of identical molecular weight but differing structures exhibit a wide range of melting points. Straight-chain n-paraffinic hydrocarbons with long, unbranched carbon chains possess the highest melting points. Conversely, aromatic and naphthenic hydrocarbons typically melt at lower temperatures (with exceptions such as benzene and p-xylene), although those with extended, unbranched side chains display elevated melting points. Increased branching in paraffinic chains or in side chains attached to aromatic or naphthenic rings reduces the melting point. Research demonstrates that, during cooling, high-melting n-paraffinic hydrocarbons of normal structure are the first to crystallize from diesel fuels.

EXPERIMENTAL METHODS

This study employed standard testing methods, complemented by gas chromatography method 1UR 915, "*Determination of n-paraffin hydrocarbons via gas chromatography*" to ensure the reliability and accuracy of the results.

The most widely adopted and straightforward method for producing diesel fuels with enhanced low-temperature performance involves reducing the heavy fraction content through fractional distillation of crude oil. This method is intrinsically linked to jet fuel resource allocation [14,15,21]. The resulting diesel fuels exhibit improved low-temperature characteristics. However, since jet fuel demand is met by increasing its yield from the potential content in crude oil, the production of winter diesel fuels through this approach is significantly constrained [26]. Typically, most winter diesel fuel grades are produced by lowering the end boiling point to 300–320°C, and for arctic grades, to 280°C, compared to 360°C for summer fuels. As shown in Table 1.4, typical distillation profiles indicate that, excluding jet fuel extraction, the yield of the summer

diesel fraction (180–360°C) is 30.8%, while the yield of the winter diesel fraction (180–320°C) is 23.9%. Thus, the shift from summer to winter diesel fuel production reduces the total yield of light fractions by 6.9%, while the proportion of fuel oil output increases from 51.5% to 56.7%. The off-spec residue (fraction above 320°C) is integrated into fuel oil and marketed at fuel oil prices, which poses economic challenges for refineries [14].

A traditional method for enhancing the low-temperature performance of diesel fuel involves blending it with fractions of lower boiling points, such as kerosene [14,15,22,26,27].

Table 1. Indicators of Enhancing Low-Temperature Performance in Diesel Fuel

Quality Indicators	Summer Diesel Fuel	Kerosene Content, %			
		10	20	30	70
Cloud Point, °C	-5	-6	-6	-11	-23
Cold Filter Plugging Point (CFPP), °C	-6	-6	-7	-9	-25
Pour Point, °C	-12	-16	-19	-23	-40

However, kerosene addition is insufficiently effective, particularly for the cloud point and cold filter plugging point (CFPP), due to the poor solubility of high-melting n-paraffin hydrocarbons in summer diesel fuel. While the pour point decreases with kerosene addition, this parameter is less significant operationally, as it does not correlate with the application temperature of the fuel and primarily reflects its behavior in storage tanks [14].

This method's drawbacks include a deterioration in fuel quality, such as reduced viscosity, cetane number, and lubricity. Kerosene blending is also constrained by the flash point of diesel fuel [12]. A high kerosene content reduces the heavy fraction content, causing the fuel to fail GOST R 52368 distillation requirements (with 30% or more of the fuel distilling below 180°C instead of the maximum 10%). Moreover, research indicates that mixtures of summer diesel and kerosene may be unstable during extended cold storage. Experimental results demonstrate stability only with up to 20% kerosene content; at 30%, phase separation of hydrocarbons is observed. Thus, the use of kerosene as a diesel fuel component degrades quality and is limited in applicability [12,14,21,26,28]. At refineries, this method is employed sparingly.

Experience with depressant additives in winter diesel fuels indicates that extended storage at temperatures below the cloud point can lead to stratification [22]. N-paraffin hydrocarbon crystals settle to the bottom of tanks under gravity. This phenomenon can be mitigated or significantly slowed using paraffin dispersants (anti-settling agents). Dispersants, by modifying the shape and reducing the size of paraffin crystals, perform two functions:

Maintaining uniform fuel composition during long-term storage at temperatures below the cloud point;

Further reducing the CFPP by 2°C or more compared to using depressants alone.

Thus, dispersants prevent paraffin hydrocarbons from settling, ensuring they remain suspended throughout the fuel volume, thereby significantly enhancing resistance to stratification.

CONCLUSIONS

Based on this research, a method is proposed to address the significant scientific and engineering challenge of enhancing the yield of winter and arctic diesel fuels through the use of depressant-dispersant additives (DDA). This is achieved by incorporating high-melting n-paraffin

hydrocarbons derived from high-boiling point diesel fractions. The study identified key patterns for EURO diesel fuels, determining the efficacy of depressant and dispersant additives (DDA) and their long-term stability under cold storage conditions for moderate and subzero climate conditions.

REFERENCES

1. Mitusova, T.N., Khavkin, V.A., Gulyaeva, L.A., et al. (2012). Production of Low-Pour-Point Diesel Fuels. *World of Petroleum Products: Bulletin of Oil Companies*, (2), 6–8.
2. Mitusova, T.N., Kalinina, M.V., & Kapitonov, I.V. (2012). Stability of Winter Diesel Fuels During Cold Storage. *World of Petroleum Products: Bulletin of Oil Companies*, (9), 21–23.
3. Shkolnikov, V.M. (Ed.). (1999). Fuels, Lubricants, Technical Fluids: Assortment and Application (2nd ed., revised and expanded). Moscow: Publishing Center “Tekhinform”.
4. Standartinform. (2005). GOST R 52368-2005 (EN 590:2004) EURO Diesel Fuel: Technical Specifications. Moscow: Standartinform. Mitusova, T.N., Kalinina, M.V., Lobashova, M.M., et al. (2014). Production and Application of Diesel and Boiler Fuels. *World of Petroleum Products: Bulletin of Oil Companies*, (6), 15–18.
5. Mitusova, T.N., & Kalinina, M.V. (2013). On Additives for EURO Diesel Fuels. In *Fuel Additives 2013: Proceedings of the International Conference*. Moscow: CREON Energy.
6. Standartinform. (2013). GOST R 55475: Winter and Arctic Deparaffinized Diesel Fuel: Technical Specifications. Moscow: Standartinform.
7. Mitusova, T.N., Kalinina, M.V., Nedayborshch, A.C., & Kapitonov, I.V. (2013). On EURO Diesel Fuels and Additives. In *Innovative Technologies in the Production and Application of Fuels and Lubricants: Proceedings of the I St. Petersburg International Forum* (pp. 188–193). St. Petersburg: Polytechnic University Publishing House.
8. Terteryan, P.A. (1990). Depressant Additives for Crude Oil, Fuels, and Lubricants. Moscow: Khimiya.
9. Englin, B.A. (1980). Application of Liquid Fuels at Low Temperatures (3rd ed., revised and expanded). Moscow: Khimiya.
10. Mitusova, T.N. (1992). Development and Implementation of Diesel, Furnace, Marine, and Boiler Fuels with Depressant Additives (Doctoral dissertation, Technical Sciences, 05.17.07). Moscow.
11. Bashkatova, S.T., Yergina, E.V., & Kotin, E.B. (1998). Methods of Influencing the Cold Filter Plugging Point of Diesel Fuels. *Chemistry and Technology of Fuels and Oils*, (1), 28–29.
12. Kalinina, M.V., & Kapitonov, I.V. (2012). Technology for Producing Winter Diesel Fuels Stable During Cold Storage. In *Current Issues in the Development of the Oil and Gas Sector: Proceedings of the IX All-Russian Scientific and Technical Conference* (Vol. 1, pp. 191–192). Moscow: Gubkin Russian State University of Oil and Gas.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0184

STUDY OF THE ADSORPTION VOLUME OF CAA ZEOLITES

E.I. Namazov[1], A.A. Hasanov[2]

Azerbaijan State Oil and Industry University PHS
Hydrasun Rapid Solutions LLC
E mail. Elnur-namazov-86@mail.ru

ABSTRACT

The presented article discusses the role and importance of adsorption processes in the oil refining and petrochemical industries in the removal of moisture from gases and other mixtures or other mixtures, for example, natural gas and other gases (such as butane, ethane, propane, methane, etc.) from moisture and unwanted components. In this research work, the selective adsorption process on zeolites of various natures was studied. Thus, ion-exchanged adsorbents were used in the work, which allow for fine drying of alcohols and other solutions. The issues of creating a staged adsorption cycle depending on the change in the amount of water in the adsorbents used for the study were considered. Thus, using the molecular sieve properties of adsorbents, which allow creating new technological devices, it was possible to separate azeotropic solutions by selective adsorption.

Keywords. *Synthetic zeolites, molecular sieve, adsorption process, zeolite cage, adsorption selectivity, natural gas drying, limiting adsorption, modified KA, water content, ethanol drying*

INTRODUCTION

Zeolites are currently widely used in many technical technological processes in the world. One of the main reasons for the constant increase in the application of zeolites is that they are easily found and cheap, as well as having ecological importance. But what are the properties that make zeolites so important in various processes. The main issue here is that the composition of zeolites can be modified from their natural form to a newer and more reactive form.

In their natural state, zeolites are aluminosilicate compounds containing oxides of alkali and alkaline earth metals in various proportions. The molecular structure of aluminosilicates at normal temperatures is filled with water molecules, characterized by a strictly ordered pore structure [1].

Zeolites are usually given the following general structure: Me2/nO•Al2O3•xSiO2•yH2O. (where Me denotes the alkali metal cation and n denotes its valence). In naturally formed zeolites, the most common cations are Na, K, Ca ions and, to a lesser extent, Ba, Str and Mg [2]. Zeolites are formed from SiO4 and AlO4, which are bound by an oxygen ion, which is common in the crystal lattice structure of compounds.

Zeolites, which are very widespread in nature, are found everywhere. Zeolites are formed in marine and continental basins as a result of volcanic alteration of the earth's surface and thus represent tuff-type deposits. Under the influence of environmental factors (water, air, winds, earthquakes and volcanic eruptions), the cations in zeolites can be replaced by ions of other metals. Various types of natural zeolites are formed as a result of changes in hydrothermal

synthesis conditions and the occurrence of cation exchange reactions [2] in natural environments.

In industry, aqueous alkali aluminosilicate mixtures are heated to obtain synthetic zeolites. They were obtained in this way at a time when the natural environment contained mixtures of water, alkali, SiO4 and AlO4, which were mandatory components. After the 1940s, work in the field of zeolite synthesis in industry began to slow down, and as a result, the crystal structures obtained synthetically were not pure and reliably determined.

As noted, zeolites have physical properties called molecular sieves [1]. The comprehensive and wide application areas of zeolites are explained by the fact that they can be applied not only to high adsorption selectivity, but also to the process of separation of substances based on adsorbed molecules distinguished by their differences in size and shape. During the adsorption process, the critical diameter of the adsorbate, that is, the adsorbed molecules, for penetration into the adsorption cavity of the crystal structure must be smaller than the size of the entrance window of the zeolite crystal lattice [2]. There are five main types of zeolites that are very widespread in the world, the modified forms of which are widely used.

What is the main factor determining the sieve properties of zeolites at the molecular level? The arrangement of oxygen rings in the crystal structure of zeolite and the number of oxygen atoms in the ring play a key role here. Thus, the size of the entrance windows of zeolites varies depending on this. The size of the entrance window of zeolite is also affected by which cation is included in its composition and its size. If the cations are close to the window, they block the entrance of the entering molecules. For example, if 2 Na+ are replaced by 1 Ca+ in the lattice structure of zeolite, then the entrance window of zeolite expands during the cation exchange process and as a result, the entrance window size in zeolite with Na cation is 4 Å, and in zeolite with CaA it is 5 Å. [3].

At the same time, this increase in temperature leads to an increase in the thermal pulsation of the zeolite lattice, which ultimately facilitates the entry of the adsorbed molecule into the adsorption cavity. Thus, by changing the temperature regime of the process, it is possible to reach the point at which the adsorbent molecules begin to be absorbed by the zeolite.

Zeolite KA sorbs He, H2, H2O, zeolite NaA sorbs inert gases CH4, hydrocarbons C2, C3H6, CO2, CS2, H2S, CH3OH, NH3, CH3CN, CH3NH2, CH3Cl, CH3Br [1]. Zeolite CaA sorbs n-alkanes C2H5OH, C2H2Cl, C2H2Br, CH2Br2, (CC3)2NH, CH3I, zeolite CaX sorbs branched alkanes and alcohols, benzene, cyclohexane and their low molecular weight homologues. Zeolite NaX – absorbs 1,3,5 triethylbenzene, 1,3-dichlorobenzene [(n-C4F9)3N].

1. At normal temperature, zeolite KA absorbs only a significant amount of water. This property is widely used mainly for drying unstable substances prone to polymerization reactions.

2. NaAzeolite adsorbs most components of industrial gases with a critical molecular size of not more than 4 A.

3. Zeolites of the CaA type adsorb only hydrocarbons and alcohols of a normal structure, regardless of the length of the chain.

4. Zeolite NaX has a very wide access window and adsorbs components of complex mixtures: all types of hydrocarbons, organic sulfur, nitrogen and oxygen compounds (mercaptans, thiophene, furan, quinoline, pyridine, dioxane, etc.) [4].

Zeolites are the most optimal adsorbent for water vapor. What distinguishes silica gel from other adsorbents is its ability to absorb water vapor at 100 °C. High moisture adsorption rates allow the use of their short adsorbent layer in dynamic processes. Zeolites have a wide range of applications, from air drying to catalysts in chemical reactions, as well as drying in the gas and oil

refining industry [7].

Drying in the gas industry. In technological processes at gas and petrol plants, it allows to increase the extraction of light hydrocarbon fractions at medium and deep temperatures, liquefy natural gas, and separate uncondensed helium residues. Cooling at gas liquefaction plants occurs to -160 °C, and at helium plants to -170 °C. This technological process is based on zeolites, which ensures long-term uninterrupted operation of separation equipment under conditions. Deep and reliable drying of gas transported by land in places with a cold climate is possible with the use of zeolites.

Drying of natural gas in deposits. It is known that the gas coming out of the well is saturated with water vapor, and in winter, during the operation of the well and the transportation of the produced products to the gas collection point, hydrates precipitate [5]. To prevent the precipitation of hydrates, the technological chain includes a stage of drying natural gas using adsorption, which is used as an adsorbent, providing a higher degree of drying compared to silica gel;

Gas drying at gas and gasoline plants. At natural gas processing plants, natural gas is collected from the well and prepared for further transportation to the consumer through main gas pipelines. The dew point of the gas at the natural gas plant should not be higher than -40 °C. At such gas plants, new adsorption plants are being intensively built, and old ones are being reconstructed using synthetic zeolites. Modern gas and gasoline plants are designed to increase the recovery of ethane to 85-90%, propane to 99%, and butanes to 100%. Such deep extraction is possible after cooling the produced gas to a temperature of -90 °C. At the plants, the gas is simultaneously dried to a dew point of -85 °C using zeolites.

Drying of natural gas injected into the formations. After condensate is removed from natural gas, it is injected back into the formation to maintain pressure in the formation. When injecting gas into the formations, it is advisable to carry out the process at high pressure to reduce the costs of compression, drying and stripping.

Drying of natural gas in cryogenic units. The cryogenic method is used to liquefy natural gas and extract helium. Low temperatures in the cooling line (up to -170 °C) require almost complete removal of water vapor from the gas using zeolites. This corresponds to a dew point of -100 °C. Deep drying of gas with zeolites completely eliminates the possibility of freezing of equipment and disruption of the uninterrupted operation of cryogenic units.

Drying in the oil refining industry. The drying and purification of products at oil refineries differs significantly from natural raw materials due to the high content of unsaturated hydrocarbons.

Drying of unsaturated hydrocarbons. When drying unsaturated hydrocarbons, it is necessary to take into account the catalytic activity of zeolites in relation to their polymerization reaction. The catalytic properties of zeolites are associated, on the one hand, with the presence of active acid centers in the crystallites, and, on the other hand, with the catalytic properties of the binder. Among the general-purpose zeolites, NaA-type crystallite has the lowest catalytic activity [6].

When drying unsaturated hydrocarbons containing double bonds with NaA zeolites, it is more expedient to create the same direction of gas flow in the drying and regeneration stages. In this case, hydrocarbons absorbed simultaneously with water in the first period are gradually displaced from the zeolite layer by water and are carried away by the flow of dried gas. When the moment of breakthrough occurs - after it occurs, the adsorber switches to the regeneration stage, which is carried out with hot gas. During the regeneration stage, the final displacement of hydrocarbons with water adsorbed from the “tail” layer of zeolites ends at a relatively low

temperature, and thus the deactivation of the adsorbent is minimized.

Zeolite KA_{CO} is widely used for drying various media prone to decomposition and polymerization: for example, we can cite. Ethylene-butylene, butadiene, styrene isoprene, dichloromethane, chloroform, freons, etc.

Drying of isopropylene with simultaneous purification from isopropyl alcohol. The process should not only be dried, but also thoroughly purified from undesirable impurities such as propylene in the production of polypropylene.

Drying of reforming gases. When drying circulating hydrogen-containing reforming gas, the type of adsorbent should be selected taking into account the presence of a small amount of hydrochloric acid in the gas.

Drying of raw materials in alkylation units. Hydrofluoric or sulfuric acid is used as a catalyst in alkylation. The efficiency of alkylation mainly depends on the moisture content of the processed raw materials. The moisture content of the raw materials is usually 100-450 ‰. The problem of deep drying of raw materials is solved with the help of zeolites [7].

It is also possible to use zeolites for fine purification of raw materials from sulfur and butadiene in alkylation.

In this research work, the modified KA_{CO} zeolite brand will be investigated for the possibility of drying ethyl alcohol C_2H_5OH. The purpose of the study is to determine the maximum water concentration at which the zeolite will behave unstable, as well as to monitor the maximum adsorption dynamics of the adsorbent.

We will study the adsorption capacity of the selected zeolite using a statistical method - the method, since it is more accessible in laboratory conditions. The results of the study to determine the limiting adsorption on zeolite KAco are given in table 1.

Table 1. Results of determining the limiting adsorption capacity on zeolite KA_{CO}

H_2O (%)	10	20	30	35	40	45	50	55	60	70
Maksimum adsorbsiya dəyəri a (mol/q)										
1.ci təcrübə	0,0136	0,01431	0,0155	0,0157	0,0166	0,0092	0,01185	0,0096	0,0114	0,0175
2-ci təcrübə	0,0114	0,01143	0,01201	0,01173	0,0128	0,0175	0,0177	0,0178	0,0177	0,017
3-cü təcrübə	0,0108	0,01154	0,0108	0,01172	0,0117	0,0108	0,0104	0,0162	0,0176	0,017

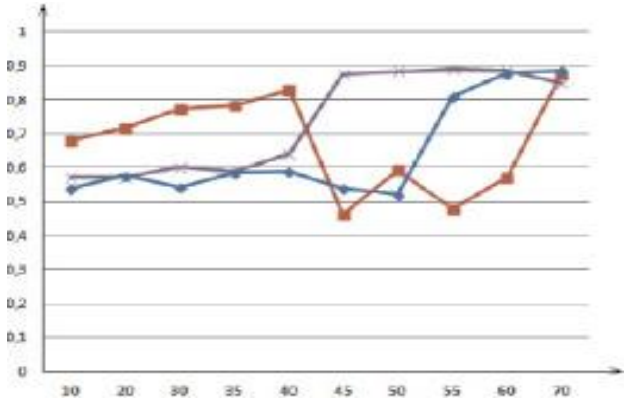


Figure 1. Graph of concentration versus amount of substance

EXPERIMENT.

The mass of the synthetic zeolite brand KACO under study is 50 g, alcohol C2H5OH 96%, distilled water H2O. For drying ethanol, KAco brand zeolite with a granule diameter of 1.6 mm, a bulk density of 0.85 g/cm3 was used, and the pore size of this zeolite according to the manufacturer is 3 A (0.3 nm). The volume of the solution at different water concentrations is 200 ml. H2O concentration range (10-70%).

The temperature at which the laboratory study was carried out is t = 24 °C and the pressure is 0.1 MPa. The density of the mixture was determined using known AON-1 brand hydrometers (measurement range 700–1840 kg/m3). The mass was determined using a laboratory scale.

The maximum adsorption value is calculated using the equation.

$$a = \frac{\upsilon}{m_1} = \frac{m_2}{m_1 \cdot \mu},$$

Here υ – the amount of absorbed, i.e. adsorbed substance, mol;

m_1 – mass of adsorbent, g;

μ – molar mass of adsorbed substance, g/mol;

m_2 – mass of adsorbent sample with adsorbent, g.

The results obtained during laboratory studies are shown in the figure.

RESULTS

As a result of the study, it was concluded that the use of KAso brand zeolite in high concentrations of water is not suitable. After adsorption, the solution was studied and it was concluded that chemisorption may occur during the adsorption process. However, this requires more detailed analysis and research using other methods.

The experimental results obtained will allow using this adsorbent for adsorption of small concentrations of water and creating technological devices with a staged adsorption cycle [6]. The obtained experimental data open up promising technologies for adsorption filters for the separation of azeotropic solutions by selective adsorption using the molecular sieve properties of zeolites.

REFERENCES

1.Ф.Т.Махмудов, З.А.Джаббарова, С.А.Алиева, Т.Н.Аскерова, Х.А.Ильясова, С.М.Солтанова Равновесие процесса ионов NH4+ на природных и синтетических сорбентах. Азерб. Хим. Жур.,№ 2, 2016 г, с. 59–62.

2.В.А.Исмаилова, А.И.Ягубов, Ф.Т.Махмудов, Н.М.Мурадова, М.А.Аббасов, А.Н.Нуриев. Закономерности равновесия сорбции ионов свинца (Pb^{2+}) и марганца (Mn^{2+}) из равствоов природных и синтетических сорбентах. Прикл. Хим. Жур., 2016 г, т.89, вып. 1, с. 56–60.

3. Паранук А.А., Хрисониди В.А. ИССЛЕДОВАНИЕ АДСОРБЦИОННОЙ ЕМКОСТИ ЦЕОЛИТА КАСО // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 9. – С. 29-33;

URL: https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36115 (дата обращения: 10.03.2025).

4. Паранук А.А., Сааведра Х.Х.А. Новые направления применения природных цеолитов в качестве адсорбентов для разделения азеотропных растворов // Экспозиция Нефть Газ. 2015. № 6 (45). С. 32-33

5.. Паранук А.А., Сааведра Х.Х.А., Киньонез Л.К.Н. Разделение многокомпонентных растворов методами адсорбции на цеолитах // Экспозиция Нефть Газ. 2015. № 7 (46). С. 66-67

6. Паранук А.А., Киньонез Л.К.Н., Савеедра Х.Х.А. Адсорбционный фильтр // патент на полезную модель RUS 162098 23.12.2015

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0189

PROMISING ANTIFUNGAL ADDITIVES TO LUBRICANT-COOLING LIQUIDS

A.G. Gasanov[1], Q.Z. Huseynov[2], I.H. Ayyubov[1], F.S. Qurbanova[1], Ch. Q. Salmanova[1]

[1]Institute of Petrochemical processes named after acad. Y.H. Mammadaliyev
Ministry of Science and Education of Azerbaijan Republic
Baku city, AZ 1025, Khodjaly ave., 30
[2]Baku State University
Baku city, AZ 1148, Z. Khalilov, 23
aqasanov@mail.com
ilgar,ayyubov@mail.ru

ABSTRACT

In various industries related to metalworking processes, in particular, mechanical engineering, cutting fluids (CFL) play an important role. The energy released in large quantities during cutting of metal products can have a negative effect on the cutting tools or the metal itself. To prevent these undesirable processes, it is necessary to take specific measures, among which one of the central and effective is the use of CFL. These liquids help to extend the service life of tools and machine tools. CFLs provide the process with four main functions - lubricating, cooling, anti-corrosion and mechanical function related to chip removal. The choice of CFLs required for a specific process is determined by several factors, primarily related to the speed of the machine tool, the type of material used in the process, the method of cutting the metal, etc. CFLs are used in the process of cutting carbon steels, titanium and high-temperature alloys, cast iron, aluminum and non-ferrous metals. In the process of using coolants, they are applied to the surface of metals and the following methods are used for this purpose - flooding, spray application, jet application.

In general, all coolants can be divided into the following classification groups:

1) synthetic - they consist of polymeric materials, both organic and inorganic polymers. They do not contain oils, so the service life of synthetic coolants is much longer than that of other types. The disadvantage of this type of coolant is the coloring of any colored material

2) semi-synthetic - this type of coolant works with all types of materials, regardless of color. They are used for lubrication, increasing corrosion resistance and preventing contamination

3) soluble - they contain emulsifiers, due to which such coolants disperse upon contact with water. They have good lubricating ability

4) natural oils - they contain fats, vegetable oils and esters. As a rule, additives containing phosphorus and sulfur are added to them.

Thus, the functions of the cutting fluid are to cool the tools, lubricate during operation and remove chips. However, when using cutting fluid, the problem of rapid emulsion decay arises, which is manifested by the formation of an unpleasant odor, mucus, clogging of nozzles, wear of tools and the formation of corrosion. To prevent these side effects, antimicrobial and antifungal additives are used, which are added to the cutting fluid. They are called biocidal additives. In the presented work, we propose antifungal additives for cutting fluids based on sulfur-containing derivatives of the dicyclopentadiene series.

Keywords: cutting fluids, biocidal additives, antimicrobial and antifungal additives

Introduction

In all types of mechanical metal processing, powerful friction forces act in the contact zone of the tool with the workpiece and a large amount of heat is released. This leads to deterioration in the quality of surface treatment, accelerated wear of tooling and equipment, and changes in the properties and structure of the metal being processed due to overheating. To avoid negative consequences, it is recommended to use high-quality lubricant cutting fluids in turning and other types of metal processing.

Coolants are multi-component compounds, the main purpose of which is to cool and lubricate tools and workpieces made of ferrous and non-ferrous metals and alloys. They reduce friction and protect tools and workpieces from overheating and corrosion, effectively remove abrasive dust and small chips from the work area, and prevent rapid wear of the main equipment elements [1-7].

The main technical characteristics of cutting fluids are the presence or absence of mineral oil. Products consisting entirely of mineral or synthetic oil are called Oil Cutting Fluids and differ in viscosity, the presence of anti-wear additives, dielectric properties, and evaporation depending on the area of application.

The second type is water-miscible cutting fluids. As a result of mixing the concentrate with water, a working emulsion with different properties and purposes is formed.

Water-miscible cutting fluids are divided into three main groups:

1. Mineral - with a high oil content in its composition from 55 to 85%
2. Semi-synthetic - with an average oil content from 10 to 50%
3. Synthetic - oil-free.

Additional properties such as biological stability, anti-foam properties, compatibility with non-ferrous metals, and safety are also taken into account.

So, Concentrated cutting fluid is an integral part of any technological process associated with cutting and applying pressure, such as milling, stamping, grinding, etc. Before buying cutting fluid, you should pay attention to certain properties, such as:

- Technological, this is the strength of the cutting tool, and the quality level of the treated surface, etc., they must necessarily meet all the requirements of the metal processing process;
- Economic feasibility and competitiveness of a certain type of liquid, taking into account the cost, durability, storage conditions, technological efficiency, level of operation, etc.;
- Compliance of the physical and chemical characteristics specified in the technical conditions of the product with established standards.

Most metalworking enterprises periodically face the problem of rapid emulsion decay. It manifests itself in the form of an unpleasant odor, a decrease in pH, the formation of mucus, clogging of feed nozzles, accelerated tool wear and/or corrosion. To prevent this situation, it is recommended to use antimicrobial additives (biocides), introduced either into the coolant concentrate or at the stage of emulsion preparation and then during its adjustment.

Biocides of various chemical compositions are used to suppress the growth of aerobic and anaerobic bacteria, yeast and mold fungi (see Table 1). The choice of the optimal biocide depends on the specific situation:

primary (concentrate) or secondary (emulsion) preservation;
individual machines or centralized installations;
the nature of contamination;

the formation of aerosols during metalworking, etc.

In recent years, new synthetic biocidal additives for coolants have been developed [8-15], and, first of all, one of the promising antimicrobial and antifungal additives for coolants are sulfur-containing derivatives of polycyclic hydrocarbons.

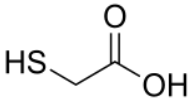
In our studies, sulfides containing tricyclic fragments of framework hydrocarbons were proposed as antifungal additives to coolants.

Experimental part

For the studies, thioglycolic acid esters were used, previously obtained by esterification of thioglycolic acid with some aliphatic alcohols (ethyl, n-propyl, isopropyl, n-butyl), as well as dicyclopentadiene.

The starting materials used for the synthesis of the target compounds had the following physicochemical properties:

Thioglycolic acid is a colorless liquid with a pungent odor and has the following physicochemical properties:



molar mass 92 g/mol, density 1.32 g/cm^3, melting point minus 16^{0}C, boiling point 96^{0}C.

Ethyl alcohol C_2H_5OH had the following parameters: molar mass 46 g/mol, density 0.7894 g/cm^3, melting point minus 114.3^{0}C, boiling point 78^{0}C, refractive index 1.3611

n-Propyl alcohol C_3H_7OH had the following parameters: molar mass 60 g/mol, density 0.8030 g/cm^3, melting point minus 126^{0}C, boiling point 97^{0}C, refractive index 1.3870

iso-Propyl alcohol i-C_3H_7OH had the following parameters: molar mass 60 g/mol, density 0.7860 g/cm^3, melting point minus 89^{0}C, boiling point 82,6^{0}C, refractive index 1.3776

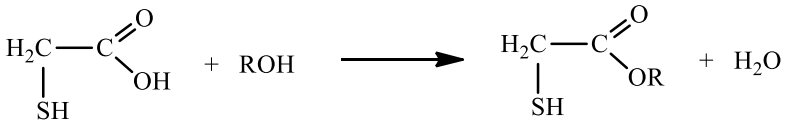
n-Butyl alcohol C_4H_9OH had the following parameters: molar mass 74 g/mol, density 0.8100 g/cm^3, melting point minus 89,9^{0}C, boiling point 117,7^{0}C, refractive index 1.3993

To determine the structure of the synthesized compounds, the IR spectroscopy method was used. IR spectra were recorded on an Alpha-Fourier device from the German company Bruker in the wave number range of 700-4000 cm^{-1}

Results and discussions

In the first stage of the process for obtaining the target product, alkyl esters of thioglycolic acid were obtained by means of the esterification reaction of this acid with the corresponding aliphatic alcohols of the C_2-C_4 series.

Catalytic etherification of thioglycolic acid with aliphatic alcohols is carried out according to the following scheme:



R = Et, -i-Pr, n-Pr

The reaction procedure is shown below:

70 ml of thioglycolic acid and 180 ml of ethyl alcohol were added to a three-necked flask.

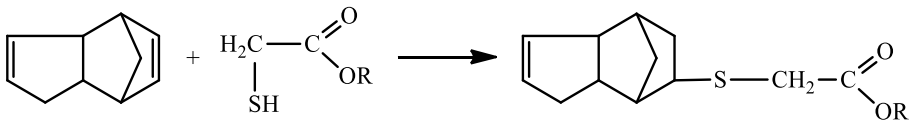
Then 50 ml of toluene (boiling point 110^0C, density 0.8669 g/cm^3) and 16 g of hydrochloric acid taken as a catalyst were added. The initial reagents were taken in a 1:3 molar ratio. The reaction was carried out for 8-10 hours under conditions of intensive stirring.

The ethyl ester of the obtained thioglycol base was separated after the reaction and subjected to distillation. The physicochemical parameters of the obtained ester after distillation were determined: boiling point - 155-157^{0}C; density - 1.0924 g/cm^3; refractive index - 1.4579

According to the analogous procedure, *n*-propyl and *iso*-propyl esters of thioglycolic acid were synthesized.

The obtained thioglycolic acid esters were used by us in the second stage of the process for reaction with dicyclopentadiene

This reaction was carried out according to the scheme shown below:



R = Et, -i-Pr, n-Pr

The reaction was carried out according to the following procedure. 67.5 ml of dicyclopentadiene and 41 ml of ethyl ester of thioglycolic acid were added to a three-necked flask and stirred vigorously. The reaction was carried out at room temperature. The initial reagents were taken in a 1:1 molar ratio. The reaction was carried out for 3-5 hours under conditions of intensive stirring.

The physicochemical parameters of the obtained ethoxycarbonylmethyltricyclo[5.2.1.0^{2,6}]-deca-3,8-dienyl sulfide were determined: boiling point – 173^{0}C (2 mm Hg), density - 1.1600 g/cm^3, refractive index - 1.5237

The structure of the initial and synthesized substances was confirmed by IR spectroscopy. The IR spectra of the initial and synthesized substances are shown below (Figure 1-3).

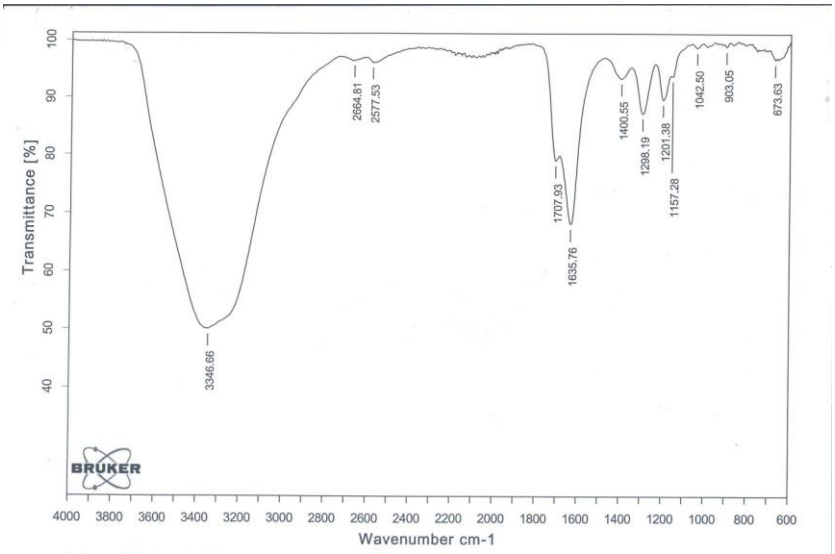


Fig. 1 IR spectrum of mercaptoacetic (thioglicolic) acid

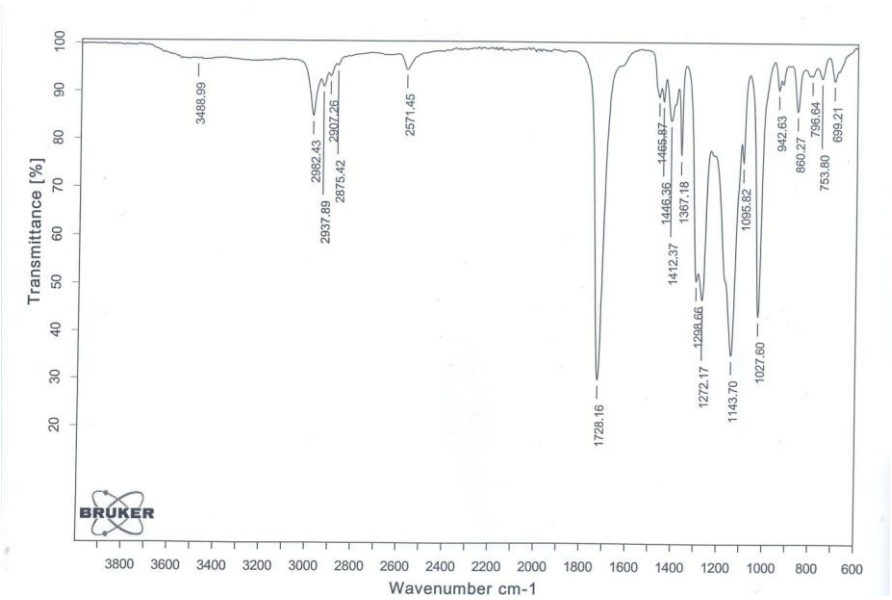


Fig. 2 IR spectrum of ethyl ester of mercaptoacetic acid

The following bands were observed in the IR spectra of alkyl esters of mercaptoacetic acid:
1367, 1412, 1446, 1465 cm^{-1} - deformation vibrations of the C-H bond of the CH_2 and CH_3 groups;
2875, 2907, 2937, 2982 cm^{-1} - valence vibrations of the C-H bond of the CH_2 and CH_3 groups;
1027, 1143 cm^{-1} - valence vibrations of the C-O bond of the complex ether;
1728 cm^{-1} - valence vibrations of the C=O bond of the complex ether;
2571 cm^{-1} - valence vibrations of the S-H bond;
3488 cm^{-1} - valence vibrations of the O-H bond;
699,796 cm^{-1} - valence vibrations of the C-S bond

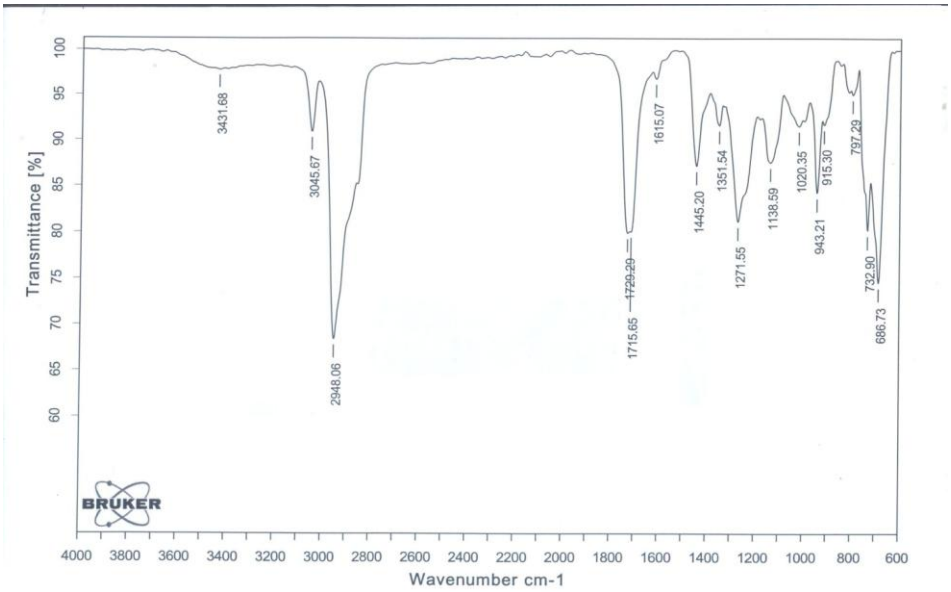


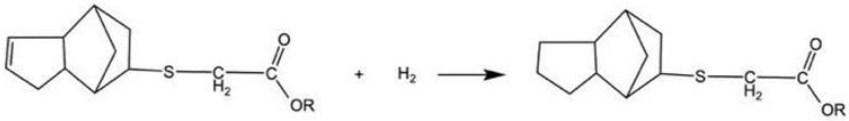
Fig. 3. IR spectrum of 6-ethoxycarbonylmethyltricyclo[5.2.1.$0^{2,6}$]-deca-3,8-dienyl sulfide

The following absorption bands were observed in the IR spectrum of ethoxycarbonylmethyltricyclo[5.2.1.$0^{2,6}$]-deca-3,8-dienyl sulfide:

1366, 1441 cm^{-1} - deformation vibrations of the C-H bond of the CH_2 and CH_3 groups;
2845, 2901, 2928, 2957 cm^{-1} - valence vibrations of the C-H bond of the CH_2 and CH_3 groups;
1410 cm^{-1} - deformation vibrations of the C-S bond located in the bow of the CH_2 group;
678, 704 cm^{-1} - valence vibrations of the C-S bond located in the bow of the CH_2 group;
1643 cm^{-1} - valence vibrations of the C=C bond;
804, 819, 865 cm^{-1} - deformation vibrations of the C=C bond;
1029, 1127, 1144 cm^{-1} - valence vibrations of the C-O bond of the complex ether;
1712 cm^{-1} - valence vibrations of the C=O bond of the complex ether.

Preparation of ethoxycarbonylmethyltricyclo[5.2.1.$0^{2,6}$]-decan-8-ylsulfide was carried out in autoclave conditions and ethoxycarbonylmethyltricyclo[5.2.1.$0^{2,6}$]-deca-3,8-dienylsulfide was taken as the initial raw material. The hydrogenation reaction was carried out under the following conditions: temperature – 120-130^{0}C, pressure - 15 atm., time - 6-8 hours, catalyst - Ni/Cr_2O_3.

The reaction was carried out according to the following scheme:



The obtained product ethoxycarbonylmethyltricyclo[5.2.1.$0^{2,6}$]-decan-8-ylsulfide was tested as a bactericidal agent.

In recent years, extensive research has been conducted in the field of synthesis of bactericidal additives for lubricants, fuels and lubricating-cooling fluids (LCFs). The results of the research show that many bactericidal additives are based on compounds containing heteroatom groups, especially sulfur and nitrogen compounds. In this regard, the synthesized sulfur-containing compound was tested as a bactericidal additive for LCFs.

The tests were carried out in the "Lubricant-Coolant Fluids" laboratory of the Institute of Additive Chemistry named after academician A.M. Guliyev according to the known methodology. The results of the studies are given in Table 1.

Table 1. Study of the synthesized substances as bactericidal additives to LCFs

N	Compounds	Concentration of biocide, %	Microorganism destruction zone (cm)	
			Bacteria (Pseudomonas aeruginosa, Mycobacterium phlei)	Fungi (Aspergillus niger, Penicillium chrysogenu)
1	Ethoxycarbonylmethyltricyclo[5.2.1.$0^{2,6}$]-decan-8-ylsulfide	0,5	+++	1,2-,1,4
		0,25	+++	+++
2	Control – LCF-s (without biocide)	-	+++	+++

Note +++ full development of microorganisms

The given compound has fungicidal properties, but does not have bactericidal properties.

The determination of antimicrobial properties was carried out according to GOST 9.085-78.

As can be seen from Table 1, the synthesized compound at a concentration of 0.5 g/ml has increased antifungal activity against the above-mentioned fungal pathogens, while at lower concentrations, fungicidal activity is not observed. In addition, the synthesized compound does not slow down the growth of gram-positive and gram-negative pathogens and therefore cannot be recommended as an antibacterial agent.

Thus, the synthesized substance can be proposed as a fungicidal agent for LCFs.

Conclusion

1. The synthesis of alkyl esters of thioglycolic acid was carried out by means of the reaction of catalytic esterification of thioglycolic acid with the corresponding aliphatic alcohols in the C_2-C_4 range. The obtained ethers were used to obtain sulfides containing a fragment of a tricyclic framework hydrocarbon - dicyclopentadiene, with their subsequent hydrogenation in the presence of a nickel-containing catalyst

2. The synthesized ethoxycarbonylmethyltricyclo[5.2.1.$0^{2,6}$]-decan-8-ylsulfide was tested as an antimicrobial additive to cutting fluids. The experimental results showed that the compound we obtained has antifungal activity, but does not affect the bacteria tested in the test..

3. The obtained ethoxycarbonylmethyltricyclo[5.2.1.$0^{2,6}$]-decan-8-ylsulfide is recommended for use as an antifungal additive to cutting fluids.

References

1.Zheng Y., Pramanik A., Basak A.K., Dong Y. Application of coolants during tool-based machining – A review. Ain Shams Engineering Journal. 2023. Vol. 14. N 1. pp. 101830-101837

2.Kundrak J., Varga G. Use of coolants and lubricants in hard machining. Technical Gazette. 2013. Vol. 20. N 6. pp. 1081-1086

3.Singh R., Bajpai V. Coolant and Lubrication in Machining. Chapter in book Handbook of Manufacturing Engineering and Technology. 2014. Pp. 1-34

4.Tawakoli T., Hadad M., Sadeghi M., Daneshi A. Minimum quantity lubrication in grinding: effects of abrasive and coolant–lubricant types. Journal of Cleaner Production. 2011. Vol. 19. N 17-18. pp. 2088-2099

5.Ashmawy M. A Review of Cooling and Lubrication Techniques for Machining Difficult-to-cut Material. Journal of Engineering Research. 2023. Vol. 7. N 1. pp. 1-12

6.Mohan C., Gopalakrishna B., Lonhith M., Venkatesh K. Coolant Lubricity and Coolant-Lube Compatibility with Regard to Slideway Behavior. J. of the Braz. Soc. of Mech. Soc. And Engineering. 2008. Vol. 30. N 4. pp. 285-289

7.Hedayati H., Mofidi A., Fadhli A., Aramesh M. Solid Lubricants Used in Extreme Conditions Experienced in Machining: A Comprehensive Review of Recent Developments and Applications. Lubricants. 2024. Vol. 12. N 3. pp. 69-75

8.Edge M., Allen N.S., Tuner D., Robinson J. The enhanced performance of biocidal additives in paints and coatings. Progress in Organic Coatings. 2001. Vol. 43. N 1-3. pp. 10-17

9.Luz G., Sousa B., Guedes A., Barreto C. Biocides Used as Additives to Biodiesels and Their Risks to the Environment and Public Health: A Review. Molecules. 2018. Vol. 23. N 10. pp. 2698-2703

10.Neihof R.A., Bailey C.A. Biocidal properties of anti-icing additives for aircraft fuels. Appl. Environ. Microbiol. 1978. Vol. 35. N 4. pp. 698-703

11.Alves A.D., Cecconello V. Technical Evaluation of the Use of Biocidal Additives in Cementitious Composites. Interdisciplinary Journal of Applied Science. 2023. Vol. 7. N 12. pp. 31-36

12.Aliyev F.Y., Azizova S.M. Effect of additives chemical structure on biocidal properties. PPOR. 2025. Vol. 24. N 3. pp. 876-884

13.Pat. 4294853A. US. 1980

14.Costa K.P., Valle S.F., Santos Th., Rangel E. Synthesis and Evaluation of Biocide and Cetane Number Improver Additives for Biodiesel from Chemical Changes in Triacylglycerides. J. Braz. Chem. Soc. 2018. Vol. 29. N 12. Pp. 115-121

15.Gerasin V.A., Zhurina M.V., Kurenkov V.V., Mendeleev V.V. Prospects for Application of Guanidine-Containing Organomineral Complexes as Biocidal Functional Additives for Waterborne Polymer Materials. Chemistry of polymers. 2023. Vol. 65. N 5. pp. 372-383

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ АНТИФУНГАЛЬНЫЕ ПРИСАДКИ К СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИМ ЖИДКОСТЯМ

А.Г. Гасанов[1], Г.З. Гусейнов[2], И.Г. Аюбов[1], Ф.С. Гурбанова[1], Ч.К. Салманова[1]
[1]Институт Нефтехимических процессов имени акад. Ю.Г. Мамедалиева
Министерства Науки и Образования Азербайджанской Республики
г. Баку, AZ 1025, пр. Ходжалы, 30
[2]Бакинский Государственный Университет
г. Баку, AZ 1148, ул. З. Халилова, 23
aqasanov@mail.com
ilgar,ayyubov@mail.ru

РЕЗЮМ

В различных отраслях, связанных с процессами металлообработки, в частности, машиностроении, важную роль играют смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ). Энергия, выделяемая в большом количестве в ходе резания металлических изделий, способна оказывать негативное воздействие на инструменты резки или сам металл. Для предотвращения этих нежелательных процессов требуется принятие конкретных мер, среди которых одним из центральных и эффективных является применение СОЖ. Эти жидкости позволяют продлить срок эксплуатации инструментов и станковых машин. СОЖ обеспечивают процесс четырьмя основными функциями – смазочная, охлаждающая, антикоррозионная и механическая функция, связанная с удалением стружек. Выбор СОЖ, необходимых для конкретного процесса, обусловлен несколькими факторами, прежде всего связанными со скоростью работы станкового аппарата, типом используемого в процессе материала, способом резки металла и др. СОЖ используют в процессе резки углеродистых сталей, титана и высокотемпературных сплавов, чугуна, алюминия и цветных металлов. В процессе применения СОЖ их наносят на поверхность металлов и для этой цели используют следующие способы – затопление, спреевидное нанесение, струйное нанесение.

В целом все СОЖ можно разделить на следующие классификационные группы:

1)синтетические – они состоят из полимерных материалов, причем как органических, так и неорганических полимеров. В них отсутствуют масла, поэтому эксплуатационный срок синтетических СОЖ намного выше, чем у других типов. Недостатком этого типа СОЖ является окрашивание любого цветного материала

2)полусинтетические - такой тип СОЖ работает со всеми типами материалов в независимости от цвета. Их применяют для смазывания, повышения коррозионной стойкости и предупреждения загрязнения

3)растворимые - они содержат эмульгаторы, благодаря которым такие СОЖ диспергируются при контакте с водой. Они обладают хорошей смазочной способностью

4)натуральные масла – они содержат в своем составе жиры, растительные масла и эфиры. Как правило, к ним добавляют присадки, содержащие фосфор и серу.

Таким образом, функции СОЖ заключаются охлаждении инструментов, смазывании при работе и удалении стружек. Однако при работе СОЖ возникает проблема быстрого загнивания эмульсии, что проявляется образованием неприятного запаха, слизи, засорения форсунок, износа инструментов и формированием коррозии. Чтобы предотвратить эти побочные нежелательные явления используют антимикробные и антифунгальные присадки, которые добавляют в СОЖ. Их называют биоцидными присадками. В представленной работе нами предложены антифунгальные присадки для СОЖ на основе серосодержащих производных дициклопентадиенового ряда.

Ключевые слова: смазочно-охлаждающие жидкости, биоцидные присадки, антимикробные и антифунгальные добавки

Yağlayıcı-soyuducu mayelərə perspektivli antifungal əlavələr

A.H. Həsənov[1], Q.Z. Hüseynov[2], İ.H. Əyyubov[1], F.S. Qurbanova[1], Ç.Q. Salmanova[1]

[1]AR ETN akad. Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu
Baki ş., AZ 1025, Xocalı küç., 30
[2]Bakı Dövlət Universiteti
Bakı ş., AZ 1148, Z. Xəlilov küç., 23
aqasanov@mail.com
ilgar,ayyubov@mail.ru

XÜLASƏ

Metal emalı prosesləri ilə əlaqəli müxtəlif sənaye sahələrində, xüsusən də maşınqayırmada yağlayıcı-soyuducu mayelər (YSM) mühüm rol oynayır. Metal məmulatların kəsilməsi zamanı ayrılan böyük miqdarda enerji kəsici alətlərə və ya metalın özünə mənfi təsir göstərə bilər. Bu arzuolunmaz proseslərin qarşısını almaq üçün xüsusi tədbirlər görmək lazımdır, bunların arasında mərkəzi və təsirli olanlardan biri kəsici mayelərin istifadəsidir. Bu mayelər alətlərin və dəzgahların xidmət müddətini uzatmağa kömək edir. Yağlayıcı-soyuducu mayelər prosesi dörd əsas funksiya ilə təmin edir: yağlama, soyutma, korroziyaya qarşı və çiplərin çıxarılması ilə əlaqəli mexaniki funksiya. Müəyyən bir proses üçün tələb olunan kəsici mayelərin seçimi bir neçə amillə müəyyən edilir, ilk növbədə dəzgahın işləmə sürəti, prosesdə istifadə olunan materialın növü, metalın kəsilmə üsulu və s. YS mayeləri karbon çeliklərinin, titan və yüksək temperatur ərintilərinin, çuqun, alüminium və əlvan metalların kəsilməsi prosesində istifadə olunur. YSM istifadəsi prosesində metalların səthinə tətbiq olunur və bu məqsədlə aşağıdakı üsullardan istifadə olunur: daşqın, sprey tətbiqi, reaktiv tətbiq.

Ümumiyyətlə, bütün soyuducuları aşağıdakı təsnifat qruplarına bölmək olar:

1) sintetik - həm üzvi, həm də qeyri-üzvi polimerlərdən ibarət polimer materiallardan ibarətdir. Onların tərkibində yağ yoxdur, buna görə də sintetik soyuducuların xidmət müddəti digər növlərə nisbətən daha uzundur. Bu tip soyuducu suyun dezavantajı hər hansı bir əlvan materialı ləkələməsidir.
2) yarı sintetik - bu tip soyuducu rəngindən asılı olmayaraq bütün növ materiallarla işləyir. Onlar yağlama, korroziyaya davamlılığı artırmaq və çirklənmənin qarşısını almaq üçün istifadə olunur.
3) həll olunan - onların tərkibində emulqatorlar var, buna görə belə kəsici mayelər su ilə təmasda olduqda dağılır. Onlar yaxşı yağlama xüsusiyyətlərinə malikdirlər.
4) təbii yağlar – onların tərkibində yağlar, bitki yağları və efirlər var. Bir qayda olaraq, onlara fosfor və kükürd olan əlavələr əlavə olunur.

Beləliklə, YSM funksiyaları alətləri soyutmaq, əməliyyat zamanı yağlamaq və çipləri çıxarmaqdır. Bununla birlikdə, soyuducu ilə işləyərkən, emulsiyanın sürətlə çürüməsi problemi yaranır ki, bu da xoşagəlməz bir qoxu, selik, burunların tıxanması, alətlərin aşınması və korroziyanın əmələ gəlməsi ilə özünü göstərir. Bu arzuolunmaz yan təsirlərin qarşısını almaq üçün soyuducuya antimikrobiyal və antifungal əlavələr əlavə edilir. Onlara biosidal əlavələr deyilir. Təqdim olunan işdə biz ditsiklopentadien sırası kükürd tərkibli törəmələrinə əsaslanan soyuducu maddələr üçün antifungal əlavələr təklif edirik.

Açar sözlər: *yağlayıcı-soyuducu mayelər, biosidal əlavələr, antimikrob və antifungal əlavələr*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0198

KATALİTİK KREKİNQ VƏ KOKSLAŞMA PROSESİNDƏN ALINAN QAZLARIN KOMPLEKS AROMATİKLƏŞDİRİLMƏSİNDƏN MAYE YANACAQ KOMPONENTİNİN ALINMASI

Əzizağa Qurbanov[1], Günel Atayeva[2]
[1]Akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu AZ 1025, Bakı, 30 Xocalı pr.
[2]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, AZ 1010, Bakı, 20 Azadlıq pr.
e-mail: gunelatayeva313@gmail.com

XÜLASƏ:
Məqalədə katalitik krekinq və kokslaşma proseslərindən alınan qazların kompleks şəkildə aromatikləşdirilməsindən maye yanacaq komponentinin alınması araşdırılmışdır. Dünyada neft və qaz hasilatının artması və emal proseslərində əmələ gələn C_3-C_4 karbohidrogen qazlarının səmərəli istifadəsi istiqamətində aparılmış tədqiqatlar təhlil edilmişdir. Aparılan eksperimental tədqiqatlar nəticəsində C_3-C_4 qazlarının seolit katalizatorlar üzərində çevrilməsi araşdırılmış, müxtəlif katalizatorların aktivliyi qiymətləndirilmiş və optimal temperatur şəraiti müəyyən edilmişdir. Tədqiqatlar zamanı seolit tərkibli katalizatorların modifikasiya edilməsi əsasında C_3-C_4 fraksiyasının aromatlaşması prosesinə təsiri öyrənilmişdir. Alınan nəticələr göstərmişdir ki, sink tərkibli pentasillər üzərində propan-propilen və butan-butilen fraksiyalarının aromatik karbohidrogenlərə çevrilməsi kifayət dərəcədə yüksək olmuşdur. Pentasil katalizatorunun tərkibində modifikator kimi sink-sürmə elementlərinin əlavə olunması məqsədli məhsulun çıxımının artması və reaksiyanın nisbətən sürətlənməsi ilə nəticələnmişdir. Tədqiqatlar zamanı 550 ^{0}C temperaturda propan–propilen və butan–butilen fraksiyalarının seolit sink katalizatoru üzərində aromatikləşməsindən alınan maye katalizatın miqdari müvafiq olaraq 39,6% və 42,4% təşkil etdiyi halda seolit-sink-sürmə katalizatoru üzərində məqsədli məhsulun çıxımı 42.4% və 46,4 % təşkil edir. Alınmış katalizatın qaynama başlanğıcının 48 ^{0}C, qaynama sonunun isə 230 ^{0}C olduğunu nəzərə alaraq fraksiyanın mühərrik yanacağı komponenti kimi istifadəyə yararlı olduğu təcrübələr nəticəsində müəyyən edilmişdir.
Açar sözlər: *Katalitik krekinq, kokslaşma, karbohidrogen qazları, aromatlaşdırma, seolit katalizatorları, mühərrik yanacağı.*

Giriş:

Dünyada neft və qaz hasilatının sürətlə artması, neft emalı zavodlarının istehsal gücü ilə tarazlığın pozulmasına səbəb olmuş və bu da tədqiqatçıları neft emalı və neft-kimya sənayesində C_3-C_4 karbohidrogen qazlarının daha səmərəli istifadəsi yollarını araşdırmağa sövq etmişdir. Bu yanaşma neftin emal dərinliyinin artırılmasına, neft-kimya sənayesinin xammal bazasının genişləndirilməsinə və eyni zamanda ekoloji cəhətdən təmiz və az tullantılı texnologiyaların inkişafına əsas verir [1,2].

Səmt qazlarının, sıxılmış qaz kondensatlarının və xüsusilə neft emalı proseslərində əmələ gələn karbohidrogen qazlarının katalitik çevrilmə reaksiyalarının öyrənilməsi alimlərin əsas araşdırma istiqamətlərindən biridir. C_3–C_4 karbohidrogenlərinin katalitik emalı, neft-kimya

sənayesi üçün əlavə xammal mənbələrinin yaradılması baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Neft emalı zavodlarında əldə edilən karbohidrogen qazlarının səmərəli istifadəsi seçici həlledicilər, yüksək oktanlı benzin komponentləri istehsalına, neft-kimya sənayesində isə əhəmiyyətli monomerlərin alınmasında vacib rol oynayır [1-3].

Neft emalı sənayesinin emal proseslərinin qaz məhsulları tərkibində C_3–C_4 komponentlərinin miqdarı çox geniş intervalda dəyişir. Karbohidrogen qazlarının tərkibi xammalın təbiətindən və emal prosesinin növündən asılı olaraq da dəyişir[3].

Neftin ilkin emalı qurğusunda əldə edilən quru qaz qazpaylayıcı sahədə (QPS) yanacaq qazı ilə qarışdırılıraq texnoloji sobalarda yandırılması prosesi həyata keçirilir. Eyni zamanda, qurğunun sabit başlıq məhsulu qaz fraksiyalama qurğusunda (QFQ) emal edilərək propan-propilen (PPF), butan-butilen (BBF) və pentan-amilen (PAF) fraksiyalarına ayrılır [3,4].

Katalitik riforminq, katalitik krekinq və tədrici kokslaşma qurğularından alınan quru qazları da texnoloji sobalarda yandırılır. Ekoloji və iqtisadi baxımdan neft emali proseslərinində alınan karbohidrogen qazlarından ən səmərəli tətbiq variantı kimi onlardan istilik elektrik stansiyalarında (İES) enerji mənbəyi kimi istifadəsi hesab oluna bilər. Lakin bu variant İES-in yeni məhsula uyğun rekonstruksiya edilməsi, neft emalı zavodlarından (NEZ) İES-larına yeni magistral boru kəmərlərinin çəkilməsi bir sıra texniki çatışmamazlıqlara və külli miqdarda əsaslı kapital qoyuluşuna tələb olduğundan bu yöndə karbohidrogen qazlarının istifadəsinin məhdudlaşmasına səbəb olur[3,4].

Bir çox elmi tədqiqat laboratoriyalarında C_1–C_4 karbohidrogen qazlarının katalitik və termokatalitik emalı istiqamətində elmi işlər aparılmaqda davam etdirilir. Tədqiqatçılar tərəfindən neft emalı və neft kimya sənayeləri proseslərindən alınmış yan məhsulları kimi qəbul olunmuş aşağı molekul kütləli karbohidrogen qazlarının bir sira istifadə üsulları təklif edilərək sınanır. Fərdi C_1–C_4 karbohidrogen qazlarının termokatalitik emalı istiqamətində aparılmış sistemli tədqiqatlar nəticəsində müəyyən naliyyətlərə nail olunmuşdur. Aparılmış elmi tədqiqatlar zamanı C_1–C_4 karbohidrogenlərinin katalitik çevrilmə reaksiyalar üçün seolit tərkibli katalizatorların daha effektiv olması aydınlaşdılmış və pentasillər üzərində C_2–C_4, karbohidrogenlərindən yüksək çıxımlı alfatik və aromatik karbohidrogenlərə çevrilməsinin mümkünlüyü göstərilmişdir [4-6].

Pentasil katalizatorlarına müxtəlif modifikatorların əlavə olunması ilə C_3–C_4 karbohidrogenlərinin katalitik çevrilmə reaksiyalarının aromatik və ya alfatik birləşmələrin alınmasına istiqamətləndirmək mümkünlüyü sübuta yetirilmişdir. Seolitlərin tərkibində sink ionlarının miqdarından asılı olaraq, doymus və doymamış karbohidrogenlərinin məqsədli məhsullara çevrilməsi müəyyən qanunauyğunluq üzrə dəyişir. Belə ki, sink ionlarının konsentrasiyası artdıqca etan konversiya dərəcəsi yüksəlir və aromatik karbohidrogenlərin çıxımı maksimum əldə edilir. Sink tərkibli pentasillər üzərində propanın aromatik karbohidrogenlərə çevrilməsi 600 ^{0}C temperaturda 56% çıxımla baş verir [6].

Tədqiqat hissəsi:

Apardığımız tədqiqatlarda xammal qismində iki müxtəlif qurğulardan alınan qaz qarışığı seçilmişdir. H.Əliyev adına Bakı Neft emalı zavodunda (BNEZ) müxtəlif qurğularda alınan C_1-C_5 qazlarının kimyəvi tərkibi cədvəl 1-də verilmişdir.

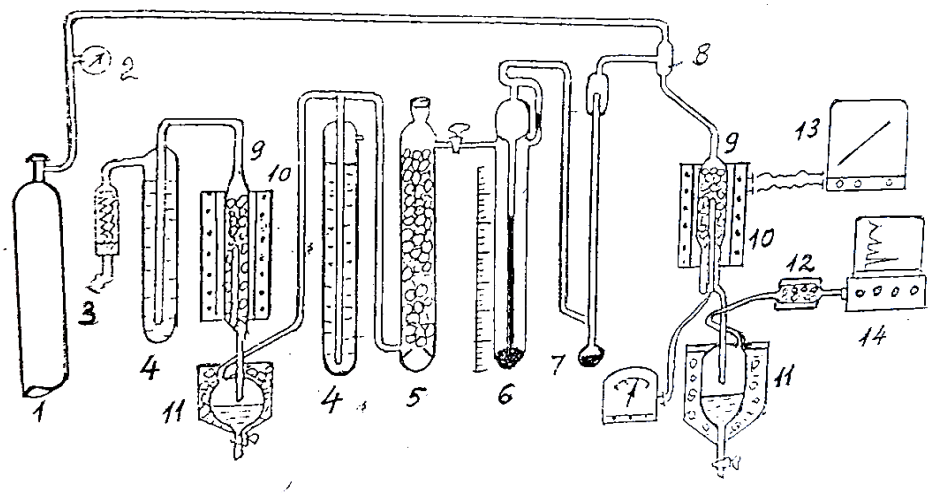
Cədvəl 1 dən göründüyü kimi katalitik krekinq və kokslaşma qurğularından C_1-C_5 karbohidrogen qazlarının miqdarı geniş intervalda dəyişir.Hər iki prosesdən alınan karbohidrogen qazlarının qarışdırılaraq katalizator üzərində aromatikləşdirilməsi nəticəsində alınan məhsulu yanacaq istiqamətində istifadə etməklə katalitik krekinq krekinq və kokslaşma prosesindən alınmış yan məhsulların səmərəli istifadəsinə nail olunur.

Cədvəl 1. H.Əliyev adına (BNEZ) müxtəlif qurğularda alınan C_1–C_5 qazlarının kimyəvi tərkibi, %kütlə

Qurğular	Qazların karbohidrogen tərkibi				
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
Katalitik krekinq	22.8	23.9	25.6	13.8	13.9
Kokslaşma	20.6	26.0	24.3	20.8	8.4

Aşağı molekullu C_3-C_4 olefin və parafin karbohidrogenlərinin katalitik çevrilmə reaksiyaları axınlı tipli qradientsiz reaktorda, sabit katalizator layı üzərində 250-600°C temperatur intervalında və 250-1000saat^{-1} həcmi sürətlər rejimində öyrənilmişdir. Xammalın və reaksiya məhsullarının tərkibi xromatoqrafik üsulla təyin edilmişdir (şək.1).

Tədqiqatlarda katalizator kimi yüksək silisiumlu seolitlər növünə aid olan pentasillərdən və mordenitdən istifadə edilmişdir. Seolit tərkibli katalizatorlar,modifikasiyaedici elementlərin duzlarının məhlullarının pentasillər üzərinə çökdürülməsi üsulu ilə sintez edilmişdir. Pentasillərin tərkibində silisium və alüminium oksidlərinin nisbəti SiO_2:Al_2O_3 = 4:8 mol, natrium oksidin miqdarı isə 4,2% (kütlə) təşkil etmişdir.



Şəkil 1. C_3–C_4 olefin və parafin karbohidrogen qazlarının aromatik birləşmələrə çevrilmə reaksiyalarının tədqiq edildiyi laboratoriya qurğusunun sxemi.
1 -Xammal balonu; 2- manometr; 3-elektrolizor; 4- xammal tutumları; 5-monostat; 6 quruducu; 7-termometr ; 8- sərfölçən ; 9 – buxarlandıcılar; 10-reaktorlar ; 11- kondensləşdiricilər ; 12- xüsusi yanma qurğusu 13- temperatur tənzimləyicisi 14-xromatoqraf.

İlkin tədqiqatlar zamanı müəyyən edilmişdir ki, C_3–C_4 karbohidrogen qazlarının katalitik çevrilməsi prosesinə ən çox təsir edən amillərdən biri reaksiyanın temperaturudur (cədvəl 2.).

Pentasillər üzərində C_3–C_4 olefin və parafin karbohidrogenlərinin katalitik çevrilməsi reaksiyalarının öyrənilməsi istiqamətində aparılan təcrübi tədqiqatlar nəticəsində qeyd etmək olar ki, propilen və butilen fraksiyalarında 300-500 ^{0}C temperatur intervalında, propan və butan fraksiyalarında isə nisbətən yüksək temperatur intervalında 350-550 ^{0}C aromatik birləşmələr yüksək çıxımda əldə olunur. C_3–C_4 parafin karbohidrogenlərindən daha yüksək temperatur

intervalında aromatik birləşmələrin alınmasının müşahidə olunma səbəbi propan və butanın dehidrogenləşməsi prosesinin baş verməsidir. Beləliklə, pentasillər üzərində propan və butandan aromatik birləşmələrin əmələ gəlməsi prosesində öncə dehidrotsiklləşmə reaksiyaları nəticəsində baş verir. Optimal temperatur və katalizator seçimi məqsədli məhsulun məhsuldarlığının artırılmasına və selektivliyinin yüksəldilməsinə imkan yaratmış olur.

Cədvəl 2. C_3–C_4 karbohidrogenlərinin seolit katalizatoru üzərində aromatik karbohidrogenlərə çevrilməsinin temperaturdan asılılığı (W=1000 saat^{-1})

Reaksiya temperaturu ^{0}C	Aromatik birləşmələr, %kütlə			
	Propan	Propilen	Butan	Butilen
300	-	1,2	0,1	1,3
350	3,7	2,3	1,0	2,3
400	12,5	24,3	6,2	15,8
450	16,6	37,8	11,8	25,6
500	24,3	50,8	18,6	31,4
550	30,1	-	25,8	-
600	-	-	31,9	-

Aparılmış tədqiqatlar zamanı həmçinin müəyyən edilmişdir ki, C_3-C_4 olefin və parafin karbohidrogenlərinin pentasillər üzərində çevrilmə dərəcəsini və məqsədli məhsulların miqdarının yüksəldilməsi üçün onların müxtəlif elementlərlə modifikasiya edilməsi vacib şərtlərdən biridir. Bu modifikasiya sayəsində katalizatorun aktivliyi, selektivliyi və stabiliyi artırılaraq alınan məhsulun çıxımı və keyfiyyəti yaxşılaşdırılır. Cədvəllər 3 və 4-də propan–propilen və butan–butilen qaz qarışıqlarının modifikasiya olunmuş seolit katalizatorları üzərində məqsədli məhsul olan maye katalizatla yanaşı yan məhsullar olan qaz və koks birləşmələrinə çevrilməsinin temperaturdan asılılığı dolğun formada verilmişdir. Bu cədvəllər vasitəsilə hər temperatura uyğun olaraq alınmış məhsulların optimal nisbəti müəyyən edilmiş və bu məlumatlar əsasında katalitik çevrilmə prosesinin daha effektiv aparılması üçün optimal şərait müəyyənləşdirilmişdir. Bundan əlavə, modifikatorların istifadəsi katalizatorun fəaliyyətini yaxşılaşdırmaqla yanaşı, məhsulun selektivliyini də artırmış, məqsədli məhsul olan aromatik birləşmələrin çıxımını yüksəltmişdir.

Cədvəl 3. Propan–propilen və butan–butilen fraksiyalarının seolit–sink katalizatoru üzərində çevrilməsinin temperaturdan asılılığı, %-lə

Reaksiya temperaturu ^{0}C	Propan – propilen fraksiyası			Butan – butilen fraksiyası		
	Qaz, %kütlə	Maye, % kütlə	Koks %kütlə	Qaz, %kütlə	Maye, % kütlə	Koks %kütlə
250	95	3,4	0,7	96,5	3,4	-
300	88,5	10,6	0,9	89,4	9,9	0,7
350	80,2	18,6	1,2	80,9	18,2	0,9
400	77,7	20,8	1,5	77,1	21,8	1,1
450	69,7	28,6	1,7	68,8	30,7	1,5
500	64,9	33,0	2,1	55,6	35,6	1,7
550	57,9	39,6	2,5	-	42,4	2,0

Aromatik karbohidrogenlərin çıxımını artırmaq məqsədilə pentasil seolit katalizatorunun müxtəlif modifikatorların təsiri sınanaraq öyrənilmişdir. Nəticədə pentasillər 1-3% (kütlə) miqdarında sink

(Zn) və sink–sürmə (Zn-Sb) elementlərinin xlorlu birləşmələri əlavə edilərək modifikasiya edilmişdir. Tədqiqatlar göstərmişdir ki, modifikatorların optimal miqdarı sink üçün 3,0%, sürmə elementi üçün isə 1,0% təşkil edir. Bunun əsasında iki növ modifikasiya olunmuş katalizatorlar hazırlanmışdır. Birinci növ seolit katalizatoruna yalnız sink 3% miqdarda, ikinci növ katalizatorda isə həm sink (Zn) 3%, həmdə sürmə (Sb) 1% həddində tərkibə əlavə edilmişdir.
Modifikasiya olunmuş pentasil seolit katalizatorları üzərində propan-propilen və butan-butilen fraksiyalarının çevrilmə reaksiyaları aparılmışdır. Bu tədqiqat çərçivəsində propan-propilen fraksiyasında qaz qarışıqlarının tərkibində propan fraksiyası 17,9%, propilen isə 78,3% miqdarında, butan- butilen qarışığında isə butan 41,6%, butilen isə 40,9% həddində təşkil etmişdir. Bu qaz qarışıqları modifikasiya olunmuş seolit katalizatorları üzərində müxtəlif temperaturlarda çevrilməyə məruz qalmış və nəticədə maye katalizat, qaz fazalı məhsullar və koks əmələ gəlmişdir.

Cədvəl 4. Propan-propilen və butan-butilen fraksiyalarının seolit–sink–sürmə katalizatoru üzərində çevrilməsinin temperaturdan asılılığı, %-lə

Reaksiya temperaturu ^{0}C	Propan – propilen fraksiyası			Butan – butilen fraksiyası		
	Qaz, %kütlə	Maye, % kütlə	Koks %kütlə	Qaz, %kütlə	Maye, % kütlə	Koks %kütlə
250	96,5	3,4	-	95,0	3,98	-
300	89,4	9,9	0,7	87,7	11,6	0,7
350	80,9	18,2	0,9	78,2	20,8	1,0
400	77,1	21,8	1,1	75,2	23,6	1,2
450	68,8	30,7	1,5	68,2	30,3	1,5
500	55,6	35,6	1,7	68,8	36,4	1,8
550	-	42,4	2,0	51,8	46,4	2,1

Aparılmış tədqiqat nəticələrindən göründüyü kimi, propan-propilen və butan-butilen fraksiyalarının modifikasiya olunmuş pentasillər üzərində çevrilmə reaksiyalarında seolit sink-sürmə katalizatoru daha yüksək aktivliyə malik olmuşdur.
Tədqiqat çərçivəsində öyrənilmiş iki növ modifikasiya olunmuş seolit katalizatoru arasında müqayisə aparıldıqda, sink (Zn) ilə modifikasiya olunmuş birinci növ katalizatorla müqayisədə, həm sink (Zn), həm də sürmə (Sb) elementləri ilə modifikasiya olunmuş ikinci növ katalizatorun daha üstün nəticələr verdiyi müəyyən edilmişdir. Xüsusilə, Zn-Sb tərkibli ikinci növ katalizator üzərində koksun daha az miqdarda əmələ gəlməsi müşahidə olunmuşdur. Bu nəticə sürmə (Sb) elementinin katalizatorun səthində koks əmələgəlmə prosesinə mane olması və onun deaktivasiyasını azaltdığını göstərmişdir. Beləliklə, sink və sürmə ilə modifikasiya olunmuş ikinci növ katalizator daha yüksək aktivlik nümayiş etdirmiş, həm məhsuldarlığın, həm də katalizatorun stabilliyinin artmasına səbəb olmuşdur.

NƏTICƏ

Aparılmış tədqiqat nəticəsində aşağıdakı nəticələrə nail olunmuşdur:

1. Tədqiqatın nəticələrinə əsasən 550 ^{0}C temperaturda propan–propilen və butan–butilen fraksiyalarının seolit–sink katalizatoru üzərində aromatikləşməsindən alınan maye katalizatın miqdari müvafiq olaraq 39,6% və 42,4% təşkil etdiyi halda seolit–sink–sürmə katalizatoru üzərində məqsədli məhsulun çıxımı 42.4% və 46,4 % təşkil edir.
2. Seolit katalizatorlarına sink və sürmə elementlərinin əlavə olunması katalizatorun

aktivliyini artırmış və prosesin effektivliyini yüksəltmişdir.

3. Alınmış katalizatın qaynama başlanğıcının 48 ^{0}C, qaynama sonunun isə 230 ^{0}C olduğunu nəzərə alaraq fraksiya mühərik yanacağı komponenti kimi istifadə oluna bilər.

4. Maye katalizatda aromatik karbohidrogenlərin çıxımı sink tərkibli pentasilərlə aromatikləşmə zamanı daha yüksək olmuşdur.

Təcrübələr nəticəsində məlum olmuşdur ki, C_3–C_4 karbohidrogen qazlarının katalitik çevrilməsi mühərrik yanacağı komponentlərinin alınması üçün effektiv texnologiya hesab edilə bilər.

Ədəbiyyat

1. Ханкишиев Р.Р. Перспективы использования углеводородных газов процессов нефтепереработки /Респ.научная конференция, Баку, 2-3 Апреля,2001,с.401-403.
2. Ваабель А.С., Дубенкова Л.Б., Дейкина В.С. Превращение газов нефтепереработки компоненты бензина жидкие углеводоролные на модифицированном m цеолитсеодержащем катализаторе /) Нефтехимия, 1997, т.37, N3. с, 208-215.
3. Миначев Х.М., Дергачев А.А, Превращение низкрмолекулярных Углеводородов на цеолитах. Итоги науки и техники. Серия: «Кинетика и катализ», М, 1990, т.23, с. 3-9.
4. Ваабель А.С., Дейкина В.С., Калибердо Л.М. и др. Превращение факельных газов на промышленном катализаторе СГК-] и СГК-I/Cr203 / Применение цеолитов в катализе Тез. докл. 4 Всесоюз. конф.Применение m цеолитов в катализе Тез. Докл Всесоюз конф. М, 1989r, с. 233
5. Тагиев Д.Б, Аджамов К.Ю. Зульфугарова С.М. и др. Ароматизация пропилена на цеолитных катализаторах // Изв. Учеб.Завед. «Нефть и газ», №9-10, 1992, с.39-43.
6. Тагиев Д.Б., Агаева С.Б, Аббасова М.Т, и др. Цирконий цеолитные катализаторы олигомеризации пропена. А Тезисы Международной Конференции «Тонкий органический синтез и катализ», 2005, с.104.

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОНЕНТА ЖИДКОГО ТОПЛИВА ПРИ КОМПЛЕКСНОЙ АРОМАТИЗАЦИИ ГАЗОВ, ПОЛУЧЕННЫХ В ПРОЦЕССАХ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА И КОКСОВАНИЯ

Азизага Гурбанов[1], Гунель Атаева[2]

[1]Институт нефтехимических процессов имени академика Ю.Г. Мамедалиева Министерства науки и образования Азербайджанской Республики, AZ 1025, Баку, пр. Ходжалы, 30

[2]Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, AZ 1010, Баку, пр. Азадлыг, 20

Электронная почта: gunelatayeva313@gmail.com

РЕЗЮМЕ

В статье подробно рассматривается процесс ароматизации газов, полученных из катализаторного крекинга и коксования, с целью получения компонента жидкого топлива. Проанализированы исследования, направленные на эффективное использование C_3-C_4 углеводородных газов, образующихся при добыче нефти и газа и переработке. В результате проведенных экспериментальных исследований исследовался процесс превращения C_3-C_4 газов на цеолитных катализаторах, оценивалась активность различных катализаторов, а также определялись оптимальные температурные условия. В ходе исследований изучено влияние модификации цеолитных катализаторов на процесс ароматизации фракций C_3-C_4. Полученные результаты показали, что на пентасильных катализаторах с добавлением

цинка превращение пропан-пропилен и бутан-бутилен фракций в ароматические углеводороды оказалось достаточно высоким. Добавление элементов цинка и сурьмы в состав пентасила способствовало увеличению выхода целевого продукта и ускорению реакции. В ходе исследований при температуре 550°C выход целевого продукта при ароматизации пропан-пропилен и бутан-бутилен фракций на цеолитном катализаторе с добавлением цинка составил 39,6% и 42,4% соответственно, в то время как на цеолитно-цинк-сурьмовом катализаторе выход составил 42,4% и 46,4%. При этом начальная температура кипения полученного катализа составляет 48°C, а конечная температура кипения — 230°C, что делает фракцию пригодной для использования в качестве компонента автомобильного топлива. Эти результаты показывают, что процессы каталитической конверсии на модифицированных катализаторах обеспечивают более высокую продуктивность и эффективное получение топливных компонентов, а также оказывают меньшее влияние на окружающую среду. Данные исследования открывают новые возможности для промышленного применения и поддерживают более чистое производство энергии.

Ключевые слова: *Каталитический крекинг, коксование, углеводородные газы, ароматизация, цеолитные катализаторы, моторное топливо.*

OBTAINING THE LIQUID FUEL COMPONENT FROM THE COMPLEX AROMATIZATION OF GASES OBTAINED FROM THE CATALYTIC CRACKING AND COKING PROCESS

Azizagha Gurbanov[1], Gunel Atayeva[2]
[1]Academician Y.H. Mammadaliyev Institute of Petrochemical Processes of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan AZ 1025, Baku, 30 Khojaly ave.
[2]Azerbaijan State Oil and Industry University, AZ 1010, Baku, 20 Azadlig ave.
e-mail: gunelatayeva313@gmail.com

ABSTRACT:
This article investigates the complex aromatization of gases from catalytic cracking and coking processes to produce liquid fuel components. With the increasing global extraction of oil and gas, research on the efficient utilization of C_3-C_4 hydrocarbon gases formed during refining processes has gained significant attention. Experimental research focused on analyzing the conversion efficiency of these gases over zeolite catalysts, evaluating catalyst activity, and determining optimal process conditions.

To enhance process efficiency, additional studies are required to refine catalyst composition and optimize reaction conditions. Studies focus on improving catalyst stability, extending operational lifespan, and investigating the impact of additional promoters to enhance hydrocarbon conversion. The development of advanced zeolite catalysts with controlled acidity and porosity could significantly improve conversion efficiency and yield. Moreover, a deeper understanding of the reaction mechanisms and intermediate products is essential for further optimizing the aromatization process.

Special attention was given to the modification of zeolite-based catalysts to improve the aromatization efficiency and selectivity of the products. Experimental results demonstrated that propane-propylene and butane-butylene fractions exhibited high conversion rates to aromatic

hydrocarbons, particularly when processed over zinc-containing pentasil catalysts. The incorporation of zinc-antimony elements into the catalyst structure further enhanced the yield and accelerated the reaction kinetics.

At a reaction temperature of 550°C, the liquid product yield for propane-propylene and butane-butylene fractions were 39.6% and 42.4%, respectively, when using a zeolite-zinc catalyst. However, when a zeolite-zinc-antimony catalyst was applied, the yield increased to 42.4% and 46.4%, respectively. The resulting catalyst, with a boiling range of 48°C to 230°C, was determined to be suitable for use as a motor fuel component.

The findings of this study contribute to ongoing efforts in sustainable hydrocarbon processing by promoting the effective utilization of gaseous by-products in the petroleum industry. This approach not only enhances economic feasibility but also reduces the environmental impact. By integrating this process into existing refinery infrastructure, the petroleum industry can upgrade low-value hydrocarbons into high-performance fuel components, thereby supporting energy sustainability.

Keywords: *Catalytic cracking, coking, hydrocarbon gases, aromatization, zeolite catalysts, motor fuel.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0206

PİROLİZ PROSESİNİN MAYE MƏHSULLARI ƏSASINDA XLORMETİL NAFTALİNİN SİNTEZİ VƏ ONDAN ÜÇLÜ ETİLİDEN-NORBORDEN SOPOLİMERİ ƏSASINDA KOMPOZİSİYALARIN HAZIRLANMASINDA MODİFİKATOR KİMİ İSTİFADƏSİ.

[1]Ş.Z.Göyüşov, [2]L.E.Məmmədova, [3]L.E.Mehdiyeva

[1,2,3]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Azadlıq 20
[1]Texnika üzrə PhD shahin.shg@gmail.com, [0000-0001-9828-9524]
[2]Laborant memmedova_lamia@mail.ru, [0009-0008-9116-1841]
[3]Usta leman.mehdiyeva164@gmail.com, [0009-0009-1348-2436]

XÜLASƏ

Azərbaycan respublikasında çoxlu çeşiddə neft-kimya sənayesi məhsulları və kompozit materiallar istehsal olunur. Belə məhsullara tələbatın günü-gündən artmasının səbəbi ölkəmizin zəngin xammal bazasının və əsasən də karbohidrogen ehtiyyatlarının bol olmasıdır. Ölkəmizdə xammal mənbələrindən geniş istifadə edilməsi həm də müxtəlif adda yan məhsulların və eləcə də kub qalıqlarının əmələ gəlməsinə gətirib çıxarır. Bundan başqa tələbatına ehtiyac duyulan kompozit materialların keyfiyyətinin yüksəldilməsi də həmişə prioritet məsələ olaraq qalmaqda davam edir. 3-lü etiliden-norborden sopolimerinin bir çox sənaye əhəmiyyətli məmulatların hazırlanmasında istifadəsi əvvəldən elmə məlumdur. Ozona dayanıqlı məhsulların, kabellərin dielektrik məhsulları, ayaqqabı sənayesi və bir çox məhsulların istehsalında əsas xammal olaraq istifadə olunur. Özlülüklərinin müxtəlifliyinə əsasən marka kimi etiliden-norborden sopolimeri əsasında hazırlanmış kompozisiyalar müxtəlif adda hasil olunur. Bu cür kompozit məhsullarına olan ehtiyacın a
rtmasının səbəbi, həmin sopolimerin bir sıra yaxşı xassələrinin, o cümlədən iqtisadi nöqteyi nəzərdən səmərəli istehsal sahələrinin olmasıdır ki, buna da səbəb, xammal mənbəyinin mütanasib olmasıdır. Ancaq əlverişli istehsal sahəsinin olmasına baxmayaraq etiliden-norborden sopolimerinin tətbiq sahələrində çətinliklər yaradan bir sıra mənfi cəhətləri də mövcuddur. Belə ki, Etiliden-norborden sopolimerinin digər kauçuklarla birgə istifadə olunmasının özünəməxsus çətinlikləri və başqa metallarla əlaqələrinin yaxşı olmamasıdır. Buna səbəb kimi sopolimerdə aktiv sayılan ikiqat rabitələrin kasadlığını qeyd etmək olar. Sadalanan çatışmayan cəhətlərə rəğmən həmin sopolimer əsasında hazırlanmış kompozisiyaların tətbiq sahələri o qədər də az deyil. Sopolimerin tətbiqinə maneçilik törədən xassələrinin yaxşılaşdırılması üçün kompozit materiallarda istifadə olunan və ucuz əldə edilə bilən modifikatorların hazırlanması öndəgedən məsələ olaraq hələ də qalmaqdadır. Çoxfunksiyalı modifikatorların sintez edilməsi üçün iqtisadi cəhətdən səmərəli xammallardan əsasən də kub qalıqlarından istifadə edilməsi əsas məsələlərdəndir.

SOCAR-ın Azərikimya" İstehsalat Birliyinin nəzdində hal-hazırda fəaliyyət göstərən EP-300 qurğusunda yan məhsul olaraq piroliz prosesinin maye məhsullarından olan ağır piroliz qatranı əsas məhsulun 4-6%-i qədər əmələ gəlir ki, bundan da istifadə olunaraq yüksək keyfiyyətli, çoxfunksiyalı modifikatorların sintezi tədqiqat işində işlənib hazırlanmışdır. Sintez edilmiş

modifikatordan etiliden-norborden sopolimeri əsasında hazırlanmış kompozit materialların mənfi cəhətlərinin aradan qaldırılmasında modifikator kimi istifadə edilərək öyrənilmişdir.

Açar sözlər: *EP-300 qurğusu. Ağır piroliz qatranı, Klatrat, Pikrin turşusu, β-xlormetil naftalin, etiliden norborden sopolimeri, modifikator, kompozit materiallar, plastifikasiya, vulkanizasiya*

Giriş

Azərbaycan Respublikası, Sumqayıt şəhərində "Azərkimya" İstehsalat Birliyinin nəzdində Etilen-propilen zavodunun EP-300 qurğusu hələ 1999-cu ildən fəaliyyət göstərməkdədir. Qurğuda aşağı oktan ədədli birbaşa qovulmuş aşağı oktan ədədli benzinin piroliz prosesi həyata keçirilir ki, bu zaman proses zamanı əsas məhsul kimi etilen və propilen alınır. Ancaq əlavə olaraq əsas məhsulla yanaşı kub qalığı olaraq əmələ gələn və əsas məhsulun 4-6 %-ini təşkil edən ağır piroliz qatranı da əldə olunur[14,15]. Kub qalığının tərkibinin əsas hissəsi nüvəsi konyuqə olunmuş politsiklik aromatik karbohidrogenlərdən ibarətdir ki, bunun da komponent olaraq qatranda miqdarı xammala əsasən dəyişərək təxminən 70-75%-ə qədərdir. Əmələ gələn və hələ də səmərəli şəkildə istifadə yolları olmayan, tullantı olaraq yığılıb qalan ağır piroliz qatranının tərkibinin bu cür birləşmələrlə zəngin olması tərəfimizdən maraqla qarşılandı. Qatranın tərkibindəki nüvəsi konyuqə olunmuş politsiklik aromatik karbohidrogenlər pikrin turşusunun təsiri ilə ayrılşışdır. Onun əsasında da Blan üsuluna əsasən modifikator kimi kompozit materialların mexaniki və fiziki-kimyəvi xassələrini daha da yaxşılaşdıran politsiklik aromatik karbohidrogenlərin hallogenmetil törəməsi sintez edilərək müasir fiziki-kimyəvi analiz üsullarının köməyinə əsasən tədqiq edilmişdir.

Üçlü-etilidennorborden sopolimerinin doymuş kauçuklar qurupuna daxil olması və bununla yanaşı bir çox üstün cəhətlərinin olması məlumdur. Həm də sopolimerin alınması üçün ucuz xammal mənbələrinin olması, ozona və yüksək temperatura qarşı davamlı olması onun sənayedə tətbiq edilməsinin iqtisadi cəhətdən əlverişli olduğuna zəmin yaradır. Ancaq sopolimerin müsbət cəhətləri ilə yanaşı bəzi mənfi xüsusiyyətləri də vardır ki, bu da onun sənayedə tətbiq edilməsini çətinləşdirir. Belə cəhətlərdən doymamış rabitələrin kasadlığı, digər kauçuklarla birgə istifadəsinin çətinliyi, metallarla əlaqəsinin çox zəif olması və digər cəhətlərini misal göstərmək olar. Sadalanan mənfi cəhətlərin aradan qaldırılması üçün üçlü etiliden-norborden sopolimeri əsasında hazırlanmış kompozit materiallara əlavə edilməsi üçün sintezi ucuz başa gələn modifikatorların əldə edilməsi önəmli məsələlərdən başqa həm də iqtisadi cəhətdən əlverişlidir[13]. Belə modifikatorların sintezi üçün EP-300 qurğusunda yan məhsul olaraq əmələ gələn ağır piroliz qatranından xammal kimi istifadə edilməsi və alınmış modifikatordan etilidennorborden sopolimeri əsasında hazırlanmış kompozit materiallara fərqli miqdarda əlavə edilərək modifikatorun optimal nisbətlərinin tapılması tədqiq edilmişdir. Bundan başqa modifikator əlavə edilmiş kompozit materialların xassələrinin öyrənilməsi müasir analiz üsullarının köməyinə əsasən tədqiqat işində öyrənilərək təsdiq edilmişdir.

Məqsəd

Tədqiqat işində əsas məqsəd olaraq alınması iqtisadi cəhətdən əlverişli olan, lakin sənayedə tətbiq edilməsinə əngəl olan bir sıra çatışmayan cəhətlərinə görə o cümlədən başqa kauçuklarla birgə istifadə oluna bilməməsi, doymamışlığının kasadlığı və başqa cəhətləri olan üçlü etilidennorborden əsasında hazırlanmış kompozit materialların xassələrini yaxşılaşdıraraq

sənayedə tətbiqini təmin etməkdir. Qeyd edilən kompozit materialların xassələrini yaxşılaşdırmaq üçün ucuz əldə edilən modifikatorların sintezi ilk növbədə əsas məsələlərdəndir. Modifikatorun alınması üçün kub qalığı sayılan və EP-300 qurğusunda yan məhsul olaraq əmələ gələn ağır piroliz qatranının tərkibi müəyyən edilərək onun tərkibində olan politsiklik aromatik karbohidrogenlərin klatrat əmələgəlmə üsuluna əsasən ayrılaraq onun da əsasında modifikator kimi istifadəsi nəzərdə tutulan β-xlormetilnaftalini sintez etmək. Alınmış β-xlormetil naftalindən kompozit materiallara müxtəlif nisbətlərdə əlavə edilərək kompozit materialın xassələrini öyrənmək tədqiqat işinində əsas məsələ olaraq qarşıya qoyulmuşdur. Belə olduqda üçlü etiliden-norbarden sopolimeri əsasında hazırlanmış kompozit materialının sənayedə tətbiq olması reallaşar.

Metodlar

Kub qalığının komponent tərkibinin təyin edilməsi.

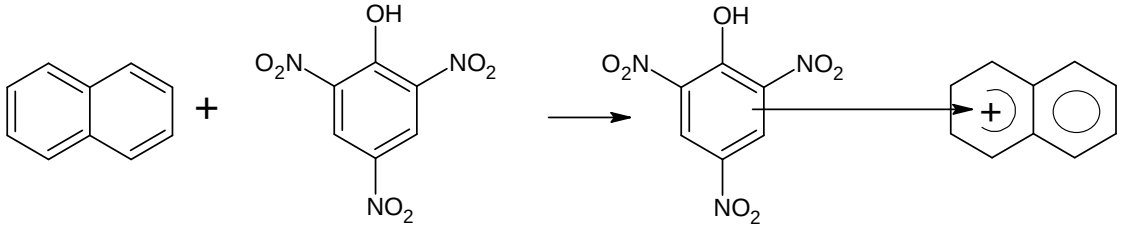
Ağır piroliz qatranının komponent tərkibi klassik Markusson üsuluna əsasən aşağıdakı kimi müəyyən edilmişdir. Tədqiq edilən məhsuldan 50,0 qram nümunə götürülərək qaynama temperaturu 40-80 °C olan neft efirində həll edilərək 1 sutka qaranlıqda saxlanılaraq kiçik məsaməli filtr kağızından süzülür. Filtr kağızında qalmış məhsul 48 saat $CaCL_2$ olan eksikatorda sabit çəki alınanadək saxlanılır (1). Bundan sonra (1) məhlulunda yağlar və Aromatik karbohidrogenlər efir təbəqəsinə keçir [1]. Aromatik karbohidrogenlər və qatran qarışığı Sokslet qurğusundakı nazik sifon borudan rəngsiz maye axanadək petroleyn efiri vasitəsilə ekstraksiya edilir. Nəticədə kub qalığının tərkibindən ayrılmış xüsusi qatran soksletin yuxarısında olan universal silikogelin üzərinə hopur. Silikogeldə olan xüsusi qatran eyni qayda üzrə sokslet qurğusunda 1:4 həcmdə spirt-benzol məhlulunda ekstraksiya edilir . Sonda aromatik karbohidrogenlər soksletdəki olan petroleyn efirində (2), qatranlar isə spirt-benzol məhluluna (3) qalır. Sonra filtratdakı asfaltenlər və karben-karboidlərin üzərinə isti benzol əlavə edilir və asfaltenlər benzolun tərkibinə keçir (4), karben-karboidlər də filtr kağızında (4) qalır. Sonda 1, 2 və 3-cü məhlullar atmosfer təzyiqində qovulur. Ayrılmış komponentlər və filtr kağızındakı karben-karboidlər (4) 0,00001 qram dəqiqliklə çəkilib material balans tərtib edilir.
Kub qalığının komponent tərkibi Cədvəl 1-də göstərilmişdir.

Cədvəl 1. Kub qalığının komponent tərkibi

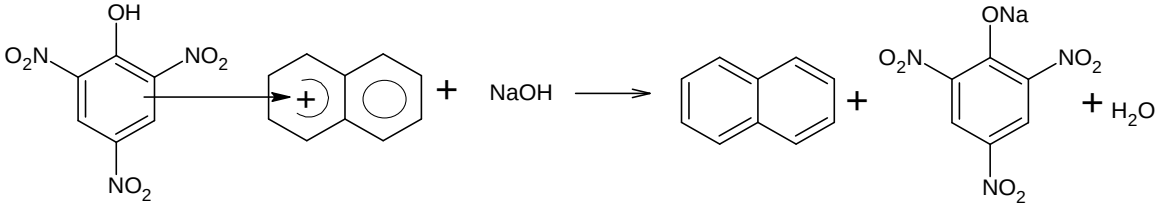
50 q kub qalığının komponentləri	**Miqdar**	
	q	***%***
Yağlar	37,8771	75,742
Xüsusi qatranlar	6,4418	12,8836
Asfaltenlər	4,5579	9,1158
Karben-karboidlər	0,0012	0,0024
Cəm	48,8719	97,7438
İtki	1,1281	2,2562

Cədvəl 1-də verilənlərdən belə məlum olur ki, yağlar olaraq göstərilmiş politsiklik aromatik karbohidrogenlərin ağır piroliz qatranında miqdarı 75 %-dən çoxdur ki, bunun da əsas hissənini naftalin təşkil edir. Bu da modifikator olaraq alınması nəzərdə tutulan β-xlormetil naftalinin sintezinə zəmin yaratmış olur.

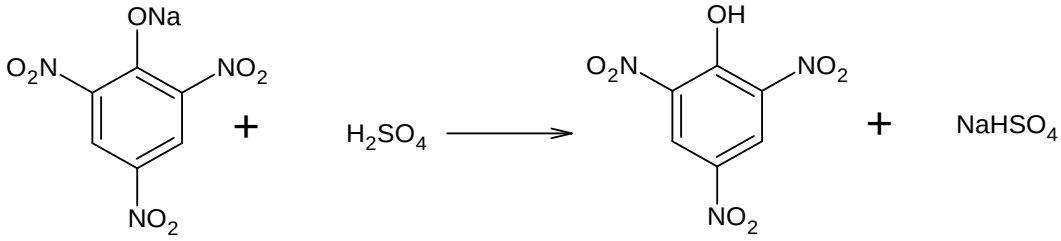
Kub qalığının tərkibindən politsiklik aromatik karbohidrogenlərin ayrılması.
Ağır piroliz qatranının tərkibindəki politsiklik aromatik karbohidrogenlər 50°C-də molekulyar klatrat kompleks (3) əmələgəlmə mexanizmi ilə 30 dəqiqə ərzində həyata keçirilir. Reaksiya dönər proses olduğuna görə optimal temperatur 50°C götürülür. Reaksiyanın temperaturu 50°C-dən yüksək olduqda klatratlar parçalanır, temperatur 50°C-dən aşağı olduqda isə klatrat əmələ gəlməsi zəifləyir. 50 qatran 1 litr efirdə həll edildikdən sonra üzərinə 4 qr pikrin turşusu (2) əlavə edilir və 10°C-yədək soyudulur. Bu zaman əmələ gələn klatrat kompleks kristallar şəklində çökür. Klatrat əmələgəlmə reaksiyası aşağıdakı kimidir:



Klatrat kompleks davamlı birləşmə olduğundan onun parçalanması 5 %-li NaOH məhlulu vasitəsi ilə həyata keçirilir. Klatrat kompleksin parçalanması:

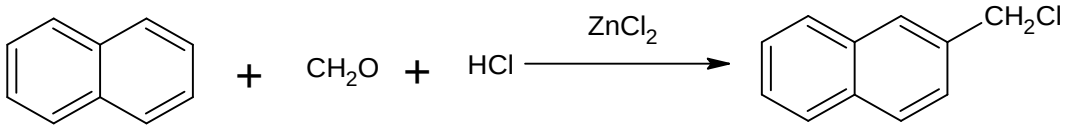


Klatrat kompleksin parçalanması zamanı əmələ gələn natrium pikratı 10%-li H_2SO_4 iştirakı ilə aşağıda göstərilən reaksiyaya əsasən neytrallaşdırılır. Pikrin turşususunun bərpa olunması:



Neytrallaşdırma reaksiyasının əsas mahiyyəti pikrin turşusunun bərpa edilərək yenidən istifadəyə qaytarılmasıdır.

β-Xlormetilnaftalinin sintezi
Elektromexaniki qarışdırıcı ilə təchiz olunmuş 500 ml həcmə malik olan üçboğazlı yumrudibli kolbaya 32q kub qalığından ayrılmış naftalin, 13,75q paraformaldehid, 219q qatı xlorid turşusu və 3q $ZnCl_2$ katalizatoru yerləşdirilir. Xlormetilləşmə prosesi 70-75°C temperaturda 3.5 saat qarışdırılaraq aparılır. Reaksiya işıq şüasının udulması ilə baş verir. Proses başa çatdıqdan sonra reaksiya kütləsi 10°C-yə qədər soyudularaq, 10%-li K_2CO_3 vasitəsi ilə qarışdırılır və neytral mühit alınanadək distillə suyu ilə yuyulur. Məhsul süzüldükdən sonra alınmış kristallar eksikatorda $CaCl_2$ üzərində 8 saat qurudulur.



Sintez edilmiş məhsulun təmizliyi 99,9%-dir və çıxımı 70%-dir. Alınmış β-xlormetilnaftalin fiziki göstəriciləri ədəbiyyatda verilənlərlə üst-üstə düşür.

3-lü etiliden norborden əsasında kompozisiyanın hazırlanması mərhələsi vərdənə cihazında həyata keçirilir. Qarışma zamanı kompozitin temperaturu 45-55°C –yədək yüksəlir ki, bu səbəbdən də qarışığın özlülüyü nisbətən azalır [10,11]. Sistemə β-xlormetilnaftalinin əlavə edilməsi səbəbindən daxili əlaqələrin zəifləməsinə səbəb olur. Buna görə kompozisiyanın homogen hala düşməsi əhəmiyyətli dərəcədə sürətlənir.

Kompozit materialın hazırlanmasında istifadə edilən olan raptaks, stearin turşusu, kükürd və digər komponentlərin hər biri 2-3 dəqiqə qarışdıqdan sonra sistemə hissələrlə verilir. Lakin sintez edilmiş və modifikator olaraq tətbiq edilən β-xlormetilnaftalinin təsirindən qarışmanın müddəti 1.7-2.2 dəqiqəyədək azalır. Bundan başqa texniki karbonun sistemdəki miqdarı çox olduğundan sistemə verilməsi 15 dəqiqə əvəzinə halda modifikator olaraq β-xlormetilnaftalin tətbiq edildikdən sonra bu müddət 12-13.5 dəqiqəyədək azalır. Sonda hazır kompozit məhsul 2-2.5 mm qalınlığında lay şəklində vərdənədən ayrılaraq vulkanizasiya prosesinə verilə bilər [2,3,5].

Cədvəl 2-də 3-lü etiliden norborden əsasında əsasında hazırlanmış kompozisiyalara fərqli nisbətlərdə modifikator olaraq β-xlormetilnaftalin əlavə edilməsi göstərilmişdir.

Cədvəl 2. Keltan markalı üçlü etiliden-norborden sopolimerinin XMN ilə qarışığı əsasında hazırlanmış kompozitlərin tərkibi

N:	Qarışığın şifri / Komponentlər	1	2	3	4	5	6
1	Keltan 9650Q	100	100	100	100	100	100
2	XMN(Xlormetil naftalin)	-	2,0	4,0	6,0	8,0	10
3	Stearin turşusu	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
4	Tiuram	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
5	Raptaks	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
6	ZnO	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
7	Texniki karbon	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
8	Kükürd	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	Cəmi	160	162	164	166	168	170

Hazırlanmış kompozit materiallar 4; 6; 8 saat saxlanıldıqdan sonra istehsal müəssisəsinə vulkanizasiya prosesinə yönləndirilir. Vulkanizasiya prosesinin optimal şəraiti,155 °C temperatur, aparılma müddəti 30 dəqiqə, təzyiq isə 6-8 atmosferdir. Vulkanizasiyanın həyata keçirilməsinin əsas səbəbi molekuldaxili tikilmə gedərək kompozitin plastik vəziyyətdən elastiki vəziyyətə keçməsinin təmin edilməsidir. Cədvəl 3-də 3-lü etiliden norborden əsasında hazırlanmış kompozit materiallar vulkanlaşdırıldıqdan sonra öyrənilmiş və alınmış nəticələr verilib.

Cədvəl 3-də β-xlormetilnaftalin əlavə edilmiş 3-lü etiliden-norborden sopolimeri əsasında hazırlanmış kompozit materialların mənfi xüsusiyyətləri əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşdığı açıq şəkildə görünür. Bu təqdirdə 3-lü etiliden-norborden sopolimerinin sənayedə tətbiq olunmasına

mane olan çatışmayan cəhətlər aradan qaldırılmış olur. [6].

Cədvəl 3. Vulkanizasiyadan sonra XMN-nin keltan əsasında kompozisiyaların fiziki-mexaniki xassələrinə təsiri

	Qarışığın şifri / Göstəricilər	1	2	3	4	5	6
1	Qırılmada möhkəmlik həddi,MPa	21,9	23,1	23,9	24,2	25,6	23,7
2	100% uzanmada şərti gərginlik,MPa	4,2	4,6	4,7	4,8	4,8	4,7
3	300% uzanmada şərti gərginlik,MPa	14,8	15,7	16,2	16,7	16,5	16,0
4	Nisbi uzanma, %	410	420	425	430	450	430
5	Nisbi qalıq deformasiya,%	13,8	13,8	14,1	14,5	14,0	13,8
6	Cırılmaya müqavimət, kN/m	35,3	37,5	38,5	40,75	41,2	40,8
7	TM-ə üzrə bərklik, ş.v	72,0	72,0	72,7	72,0	72,8	73
8	Arxaya sıçrama üzrə elastiklik,%	42,0	42,5	43,0	42,5	42,0	41,1
9	393K temperaturda 100 saat müddətində saxladıqdan sonra istilikdən qocalma əmsalları *Fp* üzrə *Ep* üzrə	 0,83 0,44	 0,84 0,44	 0,86 0,46	 0,87 0,47	 0,86 0,49	 0,85 0,47
10	Çoxdəfəli dartılma deformasiyada yorulmaya davamlılıq(Edin=200%, V= 250 dövr/dəq, T=296 K) (min dövr).	1,950	2,370	2,585	3,260	2,790	2,600
11	296K temperaturda 48 saat müddətində şişmə dərəcəsi ,% Benzin	88	86	85	79	76,0	72,0
12	Yanma müddəti, s Tam yanır *	296*	315*	387*	85	73	60
13	Metalla əlaqə möhkəmliyi, MPa	4,5	5,2	6,0	6,5	7,0	7,8

Nəticə

1. Etilen-polietilen zavodunda əmələ gələn kub qalığı tədqiq edilərək tərkibi müəyyən olunmuşdur.
2. Kub qalığı sayılan ağır piroliz qatranının tərkibindən naftalin klatrat əməlgəlmə üsuluna əsasən ayrılaraq onun da əsasında 99.9% təmizliyə malik β-xlormetilnaftalin sintez edilmişdir.
3. Ucuz alınma mənbələri olan Etiliden-norborden sopolimeri əsasında hazırlanmış lakin, bəzi mənfi xüsusiyyətlərinə görə tətbiq sahəsi məhdud olan kompozit materiallarının çatışmayan cəhətlərini aradan qaldırmaq üçün sintez edilmiş β-xlormetilnaftalindən modifikator kimi müxtəlif nisbətlərdə istifadə edilərək öyrənilmişdir.
4. Aparılmış tədqiqat işlərində 3-lü etiliden-norborden sopolimeri əsasında hazırlanmış kompozit materiallara tərəfimizdən sintez olunan β-xlormetilnaftalindən əlavə edilməsi ilə kompozitin homogen faza halına salınması əhəmiyyətli dərəcədə dəyişərək, prosesin müddəti 2.5-3 dəqiqəyə qarşı 1.7-2.2 olmuşdur.

Tədqiqat işinin nəticələrdən belə məlum olmuşdur ki, plastifikasiyaya ayrılan vaxtın kəskin azalması enerjiyə qənaət edilməsinə səbəb olar.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Ş.Z.Göyüşov "Neft-kimya istehsalatları qalıqlarından fenantrenin ayrılması və onun əsasında sintezlər" Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri, 2017, vol.9.№1 Əmirov F.Ə.Plastik kütlələrin və elastomerlərin emalının nəzəri əsasları.B.:ADNA, 2006, 193s.

2. Goyushov Sh.Z., Hasanli R.Sh. Investigation of properties and based on kompositions of styrenebutadiene rubber modified with choloromethylated heavy pyrolysis resin. Modern sciense İnternational scientific. Moskva. № 04(3), 20. 04.mart, 2020.s.380-384
3. Баженов С.Л. Механика и технология композиционных материалов. М.: Химия, 2014, 325с.
4. И.Г.Мовлаев Н. И. Курбанова, З. Н. Гусейнова “Модификация бутадиенстирольного эластомера вхлорэтиловым эфиром трихлоруксусной кислоты”, Kimya və Neftkimyası 2005 №2.
5. Ш.З. Геюшов “Выделение фенантрена из отходов нефтехимических производств и синтезы на его основе.” Ekoenergetika Elmi-Texniki Jurnal. .№1, 2019, стр. 38-42.
6. Баженов С.Л. Механика и технология композиционных материалов. М.: Химия, 2014, 325с.
7. Ф.М.Садыгов, З.К.Магеррамова, Г.Н.Гаджиев, Н.И.Гейдарлы, Г.Г.Гасанзаде, И.Г.Мамедова, Н.С.Садыгова “Сочетание технологического режима пиролиза и качественного состава тяжелой смолы” Azərbaycan kimya jurnalı №4 2016.
8. Hikmat J.Ibrahimov, Gulnar F.Gasimova, Zemfira M.İbrahimova, Aysha B.Hasanova, Sevine M.Alasgarova, Elvin S.Jafarli, Musa I.Rustamov, Aslan V.Aliyev “The study of dealkylation of alkylnaphthalene in the heavy pyrolyzed tar to naphthalene” Process of petrochemistry and oil-refining, 2017, vol. 18, №3, pp.306-315.
9. F.A.Amirli, R.E.Mammadova, A.Eyvazov. Preparation of adhesive composition based on allyl propionate-styrene-malic anhydride tertiary copolymer.
10. Ш.З.Геюшов, Агаева М.А., Мовлаев И.Г., “Композиция на основе бутадиен-стирол каучука модифицированный с обогащенной тяжелой пиролизной смолой пиролизной смолой.” Modern sciense İnternational scientific journal. Moskva, № 05(2),9 стр. 182-186.
11. Amirli F.A., Movlayev I.H., Aliyeva G.A., Mammadova A.F. Compositions based on modified and filled epoxy oligomer. PPOR, Vol. 24, No. 4, 2023, pp. 689-696 https://ppor.az/index.php/ppor/article/view/295/259
12. Movlayev I.G., Mammadova A.F. Determination of the main parameters of the modified epoxide oligomer. International Science Group. International Science Journal of Engineering & Agriculture, 2024, Vol.3, No.6, pp.95-100
13. Amirli F.A., Movlayev İ.H. Compositions based on modified epoxy oligomer. Processes of Petrochemistry and Oil Refining, PPOR, №3, 2024, pp.786-792 https://doi.org/10.62972/1726-4685.2024.3.786
14. Ağamalıyev, Z.Z. Piroliz prosesinin C_4-fraksiyasının dimerləşmə məhsulları əsasında alınmış p-alkilfenolun aminoetilnonilimidazolinlə qarşılıqlı təsir reaksiyaları // Naxçıvan Dövlət Universiteti. Elmi əsərlər. Təbiət və tibb elmləri seriyası, Naxçıvan, 2018. №7 (96), s.145-150.
15. Aghamaliyev Z.Z., Naghiyeva M.V., Rasulov Ch.K. Synthesis of 2-Hydroxy-3-(methylcyclo-hexenyl-isopropyl)-5-methylbenzylaminoethylnonyl imidazoli-nes - the thermostabilizers to polypropylene // ScientificNet. Publisher in Materials Science & Engineering. Materials Science Forum, Switzerland, 2018. Vol. 935, p. 155-159.

Synthesis of Chloromethyl Naphthalene Based on Liquid Products from the Pyrolysis Process and Its Use as a Modifier in the Preparation of Composites Based on Ternary Ethylidene-Norbornene Copolymer

[1]Sh.Z.Göyüşov[0000-0001-9828-9524],[2]L.E.Mammadova[0009-0008-9116-1841], [3]L.E.Mehdiyeva[0009-0009-1348-2436]

[1,2,3]Azerbaijan State Oil and Industry University, Azadliq 20
[1]PhD in Engineering shahin.shg@gmail.com
[2]Laboratory assistant memmedova_lamia@mail.ru
[3]Master leman.mehdiyeva164@gmail.com

ABSTRACT

In the Republic of Azerbaijan, a wide variety of petrochemical industry products and composite materials are produced. The growing demand for such products is primarily due to the country's rich raw material base, particularly its abundant hydrocarbon reserves. Extensive use of these raw materials also leads to the formation of various by-products and residual fractions. Moreover, improving the quality of high-demand composite materials remains a priority issue.The use of ethylidene-norbornene copolymer in the production of many industrially significant products has long been known in science. It is used as a primary raw material in the manufacturing of ozone-resistant products, dielectric materials for cables, footwear, and various other items. Depending on their viscosity, compositions based on ethylidene-norbornene copolymer are produced under different grades. The rising demand for such composite products is driven by the polymer's advantageous properties, including economic efficiency in production, supported by an abundant raw material supply.However, despite favorable production conditions, ethylidene-norbornene copolymer has several drawbacks that create challenges in its applications. One major issue is the polymer's poor compatibility when blended with other rubbers and its weak interactions with metals. This is mainly due to the low content of active double bonds within the copolymer structure.Despite these limitations, the range of applications for ethylidene-norbornene copolymer-based composites remains significant. Developing cost-effective modifiers that can improve the polymer's limiting properties remains a key research objective. Using economically viable raw materials — particularly residual fractions like heavy pyrolysis tar — is a critical approach to synthesizing multifunctional modifiers.At SOCAR's Azərikimya Production Union, the EP-300 plant currently produces heavy pyrolysis tar as a by-product of the pyrolysis process, accounting for 4-6% of the total liquid yield. This by-product has been utilized in research to synthesize high-quality, multifunctional modifiers. These newly synthesized modifiers were tested and proven effective in mitigating the undesirable properties of ethylidene norbornene copolymer-based composite materials, enhancing their performance and expanding their potential industrial applications.

Keywords: *EP-300 unit, heavy pyrolysis tar, clathrate, picric acid, β-chloromethyl naphthalene, ethylidene norbornene copolymer, modifier, composite materials, plasticization, vulcanization.*

Синтез хлорметилнафталина на основе жидких продуктов процесса пиролиза и его использование в качестве модификатора при получении композитов на основе тройного сополимера этилидена и норборнена

[1]Ш.З.Гёюшов[0000-0001-9828-9524],[2]Л.Э.Мамедова[0009-0008-9116-1841], [3]Л.Э.Мехтиева[0009-0009-1348-2436]

[1,2,3]Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Азадлыг 20

[1]Кандидат технических наук shahin.shg@gmail.com

[2]Лаборант memmedova_lamia@mail.ru

[3]Магистр leman.mehdiyeva164@gmail.com

РЕЗЮМЕ

В Азербайджанской Республике нефтехимическая промышленность выпускает различные виды продукции и композиционных материалов. Растущий спрос на такую продукцию обусловлен, прежде всего, богатой сырьевой базой страны, в частности, ее богатыми запасами углеводородов. Широкое использование этого сырья также приводит к образованию различных побочных продуктов и остаточных фракций. При этом приоритетной задачей остается повышение качества востребованных композиционных материалов. Использование сополимера этилиден-норборнена в производстве многих промышленно значимых продуктов давно известно в науке. Он используется в качестве основного сырья при производстве озоностойких изделий, диэлектрических материалов для кабелей, обуви и различных других изделий**.** В зависимости от вязкости, композиции на основе сополимера этилиден-норборнена выпускаются под разными марками. Растущий спрос на такие композитные продукты обусловлен выгодными свойствами полимера, включая экономическую эффективность производства, поддерживаемую обильным предложением сырья. Однако, несмотря на благоприятные условия производства, сополимер этилиден-норборнена имеет ряд недостатков, которые создают проблемы при его применении**.** Одной из основных проблем является плохая совместимость полимера при смешивании с другими каучуками и его слабое взаимодействие с металлами. Это в основном связано с низким содержанием активных двойных связей в структуре сополимера. Несмотря на эти ограничения, спектр применения композитов на основе сополимера этилиден-норборнен остается значительным. Разработка экономически эффективных модификаторов, которые могут улучшить предельные свойства полимера, остается ключевой целью исследований. Использование экономически выгодного сырья, особенно остаточных фракций, таких как тяжелая пиролизная смола, является критическим подходом к синтезу многофункциональных модификаторов. В производственном объединении Azərikimya SOCAR на заводе EP-300 в настоящее время производится тяжелая пиролизная смола в качестве побочного продукта процесса пиролиза, составляющего 4-6% от общего выхода жидкости. Этот побочный продукт использовался в исследованиях для синтеза высококачественных многофункциональных модификаторов. Эти недавно синтезированные модификаторы были испытаны и доказали свою эффективность в смягчении нежелательных свойств композитных материалов на основе сополимера этилиденнорборнена, улучшении их эксплуатационных характеристик и расширении их потенциальных промышленных применений.

Ключевые слова: *установка ЭП-300, тяжелая пиролизная смола, клатрат, пикриновая кислота, β-хлорметилнафталин, сополимер этилиденнорборнена, модификатор, композитные материалы, пластификация, вулканизация.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0215

INNOVATIVE PLANT GROWTH REGULATORS BASED ON DERIVATIVES OF FUMARIC ACID

[1]V.M. Abbasov, [1]J.F. Sultanova, [1]L.I. Aliyeva, [1,2]A.M. Mammadov
[1]Institute of Petrochemical Processes named after acad. Y.H. Mammadlaiyev
Ministry of Science and Education
Baku city, AZ 1025, Khodjaly ave., 30
[2]Sumgayit State University
Sumgayit sity, 1-st Baku street, 5008
vagif_abbasov@hotmail.com [0009-0003-9270-66-24]
djamasultanova23@gmail.com *1[0009-0007-92425565]
leylufer-ipcp@rambler.ru [0009-0005-6889-1908],
ayazmammadov@nkpi.az [0009-0001-4743-87-34]

ABSTRACT

Intensive development of agriculture and the ever-increasing trend of demand for a number of agricultural crops create prerequisites for the development of new effective plant growth regulators. Research has been conducted to determine rational synthetic routes and methods for obtaining phytostimulants based on available raw materials. The proposed work considers synthesis based on dibasic aliphatic acid and ethanolamines, as well as the study of their growth regulating properties using the example of a number of agricultural crops, in particular, corn, peas, and wheat. Fumaric acid was used as the initial dibasic acid. The synthesis of target products was carried out based on the reaction of fumaric acid with mono-, di-, and triethanolamines in various ratios of acid:ethanolamine 1:1÷2. The structure of the obtained compounds was confirmed by modern spectroscopic methods of analysis (IR, NMR). We have obtained acidic and normal complex ammonium salts of fumaric acid. It has been shown that the synthesized ammonium complexes of fumaric acid increase the growth of the above-ground and root parts of the above-mentioned plants and accelerate the growth of seedlings of these plants. To conduct experiments in soil, the seeds are pre-soaked in water for control and in the corresponding solutions for research for a certain time (10-48 hours), and then sown in plastic containers filled with soil according to standards. To obtain more accurate results for each plant, plantings were carried out simultaneously in three replicates. The seeds in the first three pots were sown in distilled (irrigation) water for control, and the seeds in other pots were sown in 10-3% concentrated solutions of fumaric acid with ethanolamines. To study the effect of salt solutions on the dynamics of development of the above-ground parts of plants and their roots in laboratory conditions, observations and measurements were carried out for 14-16 days. For the tests, 39 plastic pots filled with soil according to the standard were planted, and 3 pots were taken for control in distilled water. Half of the remaining pots were planted with 10^{-4}% solutions of acidic ethanolamine salts of fumaric acid, and the remaining 18 pots were planted with 10^{-4}% solutions of normal complex salts of ethanolamines with fumaric acid, while for the accuracy of the experiments, the 3-fold planting method was used. Measurements were carried out by monitoring the growth dynamics of these plants from the moment of their germination. The experimental results allow us to conclude that the compounds synthesized by us can be used as plant growth

regulators in agricultural practice.

Keywords: *fumaric acid, ethanolamines, complex ammonium salts, plant growth regulators*

Introduction

One of the urgent problems of modern agriculture is the development of new environmentally friendly plant growth regulators based on available raw materials. The use of such growth stimulants allows us to improve the development and growth of the above-ground and root parts of plants, increase the yield of agricultural crops, and improve the conditions for their cultivation.

Over the past few years, we have been conducting extensive research in the laboratories in the field of synthesis of innovative plant growth regulators based on organic acid derivatives, in particular, natural and synthetic petroleum hydro-, as well as aliphatic mono- and dicarboxylic acids [1-6, 8, 9]. In this direction, we have carried out research on the use of ammonium derivatives of fumaric acid (FA) as growth regulators for some agricultural crops, such as wheat, corn, peas, and lentils.

In this article, we present the results of research on the use of synthesized compounds based on FA in agricultural practice as phytostimulants. It was found that reagents obtained on the basis of individual organic compounds have a wider spectrum of action.

Experimental part

Fumaric acid and ethanolamines with the following physicochemical properties were used as the starting components for the research:

Ethanolamine (monoethanolamine) C_2H_7ON is a viscous oily liquid with a weak amine odor. It is miscible with water in all proportions. It is well soluble in ethyl alcohol, chloroform and benzene.

It has the following physicochemical properties: molar mass - 61.08 g/mol; density 1.0120 g/cm^3; melting point 10.3°C; boiling point 170°C; flash point 83°C; autoignition temperature 450°C; refractive index 1.4539.

Diethanolamine $C_4H_{11}O_2N$ is a thick oily liquid that mixes with water in any proportions and has strong basic properties.

It has the following physicochemical properties: molar mass - 105.14 g/mol; density 1.0966 g/cm^3; melting point 27°C; boiling point 280°C; flash point 148.9°C; decomposition temperature 516°C; refractive index 1.4776.

Triethanolamine $C_6H_{15}O_3N$ is a colorless liquid that mixes with water in any proportions and is a weak base. It has the following physicochemical properties: molar mass - 149.19 g/mol; density 1.1240 g/cm^3; melting point 22°C; boiling point 335°C; flash point 179°C; refractive index 1.4852

Fumaric acid COOH-CH=CH-COOH is a white crystalline substance with a molecular weight of 116.07 g/mol, density of 1.64 g/cm^3, melting point of 287°C.

Results and discussion

The reaction of interaction of monoethanolamine with FA was carried out according to the scheme below:

$$HOOC\text{-}CH{=}CH\text{-}COOH + NH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}OH \rightarrow$$
$$\rightarrow [HOOC\text{-}CH{=}CH\text{-}COO]^- {}^+NH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}OH$$
$$HOOC\text{-}CH{=}CH\text{-}COOH + 2NH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}OH \rightarrow$$
$$\rightarrow HO\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}H_3N^{+}\text{-}[OOC\text{-}CH{=}CH\text{-}COO]^- {}^+NH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}OH$$

To obtain the acidic monoethanolamine-fumarate complex, 11.6 g of fumaric acid and 6.1 g of

monoethanolamine were taken (ratio 1:1), whereas to obtain the normal monoethanolamine-fumarate complex, 11.6 g of fumaric acid and 12.2 g of monoethanolamine were taken (ratio 1:2)
After the reaction is complete, the physicochemical properties of the obtained products are determined and their structure is studied using IR spectroscopy. The IR spectrum of the initial fumaric acid contains the following absorption bands: deformation (1318, 1421 cm^{-1}) and stretching (2860, 2979 cm^{-1}) vibrations of the C–H bond; stretching (999 cm^{-1}) vibrations of the C–O group; carboxyl group COOH (2530, 2655 cm^{-1}), stretching vibrations of the C=O group (1659 cm^{-1}).
Analysis of the IR spectrum of monoethanolammonium fumarate showed that the spectrum contains the following absorption bands: stretching (2874, 2928 cm^{-1}) and deformation (1343, 1396, 1448 cm^{-1}) vibrations of the C-H bonds of the CH_2 and CH_3 groups; stretching vibrations (1597 cm^{-1}) of the COO^- group. stretching vibrations (1673 cm^{-1}) of the C=O group, vibrations (2492, 1605, 2675, 2780 cm^{-1}) of the ammonium bond NH^+.
The IR spectrum of monoethanolammonium fumarate contains the following absorption bands: deformation (1461 cm^{-1}) and stretching (2845, 2945 cm^{-1}) vibrations of the C–H bond of the CH_2 and CH_3 groups; stretching (1362, 1520 cm^{-1}) vibrations of COO^-; ammonium band (2128, 2554, 2602, 2657, 2705, 2758, 2790 cm^{-1}) of NH^+.
The reaction involving diethanolamine and fumaric acid was carried out according to the scheme below:

$$HOOC\text{-}CH{=}CH\text{-}COOH + NH(CH_2\text{-}CH_2\text{-}OH)_2 \rightarrow$$
$$\rightarrow [HOOC\text{-}CH{=}CH\text{-}COO]^- {}^+NH_2(CH_2\text{-}CH_2\text{-}OH)_2$$
$$HOOC\text{-}CH{=}CH\text{-}COOH + 2NH(CH_2\text{-}CH_2\text{-}OH)_2 \rightarrow$$
$$\rightarrow (HO\text{-}CH_2\text{-}CH_2)_2H_2N^{+-}[OOC\text{-}CH{=}CH\text{-}COO]^- {}^+NH_2(CH_2\text{-}CH_2\text{-}OH)_2$$

The reaction was carried out using a similar technique. To obtain the acidic diethanolamine complex of fumaric acid, 11.6 g (0.1 mol) of this acid and 10.5 g (0.1 mol) or 21 g (0.2 mol) of diethanolamine were taken.
The IR spectrum of diethanolammonium hydrogen fumarate contains the following absorption bands: deformation (1450 cm^{-1}) and stretching (2848, 2963 cm^{-1}) vibrations of the C–H bond of the CH_2 and CH_3 groups; stretching (1701 cm^{-1}) vibrations of the C=O bond of the acid; stretching (1367, 1560 cm^{-1}) vibrations of the COO^-, deformation (1632 cm^{-1}) and stretching (3231, 3349 cm^{-1}) vibrations of the N–H bond, the ammonium band (2687 cm^{-1}) corresponds to vibrations of NH^+.
The IR spectrum of diethanolammonium fumarate contains the following absorption bands: deformation (1450 cm^{-1}) and stretching (2847, 2963 cm^{-1}) vibrations of the C–H bond of the CH_2 and CH_3 groups; stretching (1359, 1558 cm^{-1}) vibrations of COO^-, the ammonium band (2549 cm^{-1}) vibrations of NH^+.
The reaction between triethanolamine and fumaric acid was carried out according to the scheme below:

$$HOOC\text{-}CH{=}CH\text{-}COOH + N(CH_2\text{-}CH_2\text{-}OH)_3 \rightarrow$$
$$\rightarrow [HOOC\text{-}CH{=}CH\text{-}COO]^- {}^+NH(CH_2\text{-}CH_2\text{-}OH)_3$$
$$HOOC\text{-}CH{=}CH\text{-}COOH + 2N(CH_2\text{-}CH_2\text{-}OH)_3 \rightarrow$$
$$\rightarrow (HO\text{-}CH_2\text{-}CH_2)_3HN^{+-}[OOC\text{-}CH{=}CH\text{-}COO]^- {}^+NH(CH_2\text{-}CH_2\text{-}OH)_3$$

The IR spectrum of triethanolammonium hydrogen fumarate contains the following absorption bands: deformation (1474 cm^{-1}) and stretching (2887, 2926, 2948, 2982 cm^{-1}) vibrations of the C–H bond of the CH_2 and CH_3 groups; stretching (1686 cm^{-1}) vibrations of the C=O bond of the

acid; stretching (1400, 1574 cm^{-1}) vibrations of the COO^-, deformation (1641 cm^{-1}) and stretching (3201 cm^{-1}) vibrations of the N–H bond, and the ammonium band (2510, 2656 cm^{-1}) vibrations of NH^+.

The composition of the synthesized compounds was studied using the nuclear magnetic resonance (NMR) method [7]. Reagents and solvents were acquired from Sigma-Aldrich. The melting point of the synthesized compound was measured using a DSK-Q-20 apparatus. The ^1H and ^{13}C NMR spectra were recorded at 20°C with a BRUKER Fourier (300 MHz) spectrometer, using tetramethylsilane (TMS) as the internal standard and deuterated-chloroform as the solvent. The FTIR spectrum was obtained with a "LUMOS FT IR Microscope" (BRUKER) spectrometer, covering a wavelength range from 600 to 4000 cm^{-1}.

NMR spectral analysis of triethanolammonium fumarate:

^1H NMP (BRUKER-Fourier 300 MHs, D_2O, δ, м.д.): 3.25 (t., CH_2-N), 3.73 (t., CH_2-O), 6.56 (s., CH=), 7.79 (s., OH).

^{13}C NMP (BRUKER-Fourier 75.0 MHs, D_2O, δ, м.д.): 55.77, 55.85 (CH_2-N, CH_2-O), 135.00 (CH=), 167.60 (C=O)

To conduct the research, solutions of both normal and acidic salts of fumaric acid with ethanolamines were prepared at various concentrations: 0.05; 0.01; 0.005; 0.001 and 0.0001%. Preliminary tests of 0.001 and 0.0001% solutions were conducted on pea, wheat and corn seeds in laboratory conditions.

For this, a certain number of plant seeds were placed in Petri dishes and distilled (irrigation) water was added to one container as a control for each type of seed, and the prepared solutions for the seeds were added to other containers. Our observations over several days showed that the effect of solutions at a concentration of 0.001-0.0001% on seeds enhances germination, regardless of the type of seed, and also leads to rapid growth in the height and root system of seedlings. To conduct experiments in soil, the seeds were pre-soaked in water for control and in the corresponding research solutions for a certain time (10-48 hours), and then sown in plastic containers filled with soil according to standards.

To obtain more accurate results for each plant, plantings were carried out simultaneously in three replicates. The seeds in the first three pots were sown in distilled (irrigation) water for control, and the seeds in the other pots were sown in 10^{-3}% concentrated solutions of fumaric acid with ethanolamines. To study the effect of saline solutions on the dynamics of the development of the above-ground parts of plants and their roots in laboratory conditions, observations and measurements were carried out for 14-16 days.

For the tests, 39 plastic pots filled with soil according to the standard were planted, and 3 pots were taken as a control in distilled water. Half of the remaining pots were planted with 10^{-4}% solutions of acidic ethanolamine salts of fumaric acid, and the remaining 18 pots were planted with 10^{-4}% solutions of normal complex salts of ethanolamines with fumaric acid, while for the accuracy of the experiments, the 3-fold planting method was used. Measurements were carried out by monitoring the growth dynamics of these plants from the moment of their germination.

The table shows the daily growth rates of maize plants during the observation period.

Table 1 Daily growth rates of maize seedlings in height during the observation period

Days	Height of wheat seedlings, cm								
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9
5	2.1	2.4	2.6	4,2	4,8	3,8	3,8	3,3	3,7
7	5.2	5.5	5.7	8,8	10,2	6	8,3	11,2	11,9

10	13.5	21	19.5	18	18,7	14,3	15.5	21,8	22,6
12	17.6	25,2	22,8	20,8	21,5	19,2	18,3	26,3	26,9
14	20.1	27,8	24,8	23,7	25,7	22,5	23,5	28,2	28,9

Note:

№ 1 - water (control)

№ 2 – ammonium hydrofumarate (1:1) (for comparison)

№ 3 – ammonium fumarate (2:1) (for comparison)

№ 4 – complex salt of monoethanolamine and fumaric acid (1:1)

№ 5 - complex salt of monoethanolamine and fumaric acid (2:1)

№ 6 - complex salt of diethanolamine and fumaric acid (1:1)

№ 7 - complex salt of diethanolamine and fumaric acid (2:1)

№ 8 - complex salt of triethanolamine and fumaric acid (1:1)

№ 9 - complex salt of triethanolamine and fumaric acid (2:1)

Similar results were observed when studying the growth of regulatory properties of the synthesized complexes for pea, lentil and wheat seeds.

Table 2 shows the measurements of the root and stem parts of seedlings treated with solutions of sodium (I), potassium (II), ammonium (III), monoethanolammonium hydrofumarate (IV) and triethanolammonium fumarate for 14 days, compared to watered control plants.

Table 2. Comparison of the growth of the above-ground and root parts of plant seedlings (cm)

Plant	Part	Size after irrigation water supply, cm	Size after solution supply, cm				
			I	II	III	IV	V
Corn	above-ground	24,7	26,5	27,0	27,8	26,7	28,2
	root	22,1	29,5	31,2	28,7	30,0	32,6
Pea	above-ground	22,8	30,7	30,8	30,2	32,7	29.0
	root	16,8	19,7	18,9	24,0	23,2	20,2
Wheat	above-ground	22,3	27,6	28,1	27,1	25,9	28,4
	root	13,8	15,9	16,4	17,8	19,3	18,2

As can be seen from Table 2, when using the solutions we obtained, the growth of the above-ground part of corn, compared to the control crops, was 7.2 - 14.2%, and the root part - 29.9-47.5%; in peas in the above-ground part 27.1-43.4%, in the root part 12.5-42.8%; in wheat, an increase in the above-ground part by 16.1-27.3% is observed, in the root part by 15.2-39.8%.

The results obtained allow us to conclude that there is a high growth of the regulatory activity of the synthesized ethanolamine complexes of fumaric acid, which creates significant prerequisites for their recommendation as plant growth regulators and possible use in agricultural practice

Conclusion

1. Fumaric acid complex ammonium salts were synthesized based on the reaction of this acid and ethanolamines. The structure of the synthesized complex compounds was confirmed by IR spectroscopy, NMR.^{13}C and ^{1}H. Aqueous solutions of the synthesized complexes were prepared at a concentration of 10^{-3}-10^{-}4% in order to study their growth regulating properties.

2. The resulting solutions of fumaric acid ammonium complexes were tested as phytostimulants for some agricultural crops, in particular peas, corn and wheat. Based on the results obtained, the synthesized fumaric acid complex ammonium salts are recommended for practical use as plant

growth regulators.

References

1.Abbasov V.M., Mammadov J.Sh., Nabiyev F.A.,.Abdullayeva N.R., .Aliyeva G.A., Qanbarova F.D., Akhmadbekova S.F., Sultanova J.F. The Role of Plant Growth Substances in the Development of Azerbaijani Agriculture and Protection of Ecology and Biodiversity. International Conference on Smart Environment and Green Technologies - ICSEGT 2024. Lecture Notes in Networks and Systems. Springer. Vol. 2, 2024, 469-475

2.Abbasov V.M., Mammadov J.Sh., Sultanova J.F, Nabiyev F.A., Qanbarova F.D., Aliyeva G.A., Abdullayeva N.R., Ahmedbekova S.F., Ahmadov F.I. Investigation of the effect of succinic acid derivatives as a growth agent in the field of agriculture and greening. Processes of Petrochemistry and Oil Refining 2024, Vol.25, №4, 1166-1176 https://doi.org/10.62972/1726-4685.2024.1166

3.Sultanova J.F., Aliyeva L.I., Mammadov J.Sh. Use of N-derivatives of carboxylic acids as plant growth regulators. Processes of Petrochemistry and Oil Refning, 2024, Vol. 25, № 3, 586-601 https://doi.org/10.62972/1726-4685.2024.2.586

4.Abbasov V.M., Mursalov N.I., Rasulov Ch.Q., Mammadov J.Sh., Afandiyeva L.M., Mukhtarova G.A., Asadova R.A. Obtaining plant growth regulators on the basis of corn oil acids. Processes of Petrochemistry and Oil Refning , 2023, Vol. 24, №4, 631-638 ttps://doi.org/10.36719/1726-4685/96/631-638

5.Abbasov V.M., Ismayilov I.T., Asadova R.A., Allahverdiyev E.I., Nabiyev R.J. Study of the effect of organic acids salts on the germination of tomato seeds and the formation of green biomass in seedlings. Processes of Petrochemistry and Oil Refning , 2021, Vol. 22, №1, 117-125

6.Abbasov V.M., Mursalov N.I., Asadova R.A. Synthesis of New Innovative Salicylic Acid Derivatives and Compositions Based on Natural Petroleum Acids as Plant Growth Stimulators. Processes of Petrochemistry and Oil Refning, 2025, Vol. 26, N 1, 127-144

7.Abbasov V.M., Alimadatli N.Y., Azizov R.E., Aghamaliyeva D.B., Mammadov A.M. Synthesis of complexes of oleic acid with alkylamines and theoretical study of their structures. Processes of Petrochemistry and Oil Refining, 2023, Vol.24, No.4, 831-842 https://doi.org/10.62972/1726-4685.2025.1.127

8. Аббасов В.М., Мамедбейли Э.Г., Агамалиева Д.Б., Эфендиева Л.М., Мамедова Н.М., Агазаде Е.Дж., Агамалиев З.З. Синтез производных имидазолинов на основе синтетических нефтяных кислот и их влияние на микробиологическую коррозию. // Практика противокоррозионной защиты. 2018, №1 (87), с.17-23.

9. Аббасов В.М., Зейналов Э.Б., Эфендиева Л.М., Алиева Л.И., Нуриев Л.Г., Мурсалов Н.И., Джабраилзаде Ш.З., Агамалиев З.З., Мамедханова С.А. Селективное окисление нафтено-изопарафиновых углеводородов дизельной фракции в присутствии Cr- и Mn-солей природных нефтяных кислот // Процессы нефтехимии и нефтепереработки, 2013, т.14, №3(55), с.183-190.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА РАСТЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДНЫХ ФУМАРОВОЙ КИСЛОТЫ

[1]В.М. Аббасов, [1]Д.Ф. Султанова, [1]Л.И. Алиева, [1,2]А.М. Маммедов

[1]Институт Нефтехимических Процессов имени акад. Ю.Г. Мамедалиева Министерства Науки и Образования Азербайджанской Республики, г. Баку, AZ 1025, пр. Ходжалы, 30

[2]Сумгаитский Государственный Университет, г. Сумгаит, 1-я Бакинская улица, 5008

vagif_abbasov@hotmail.com [0009-0003-9270-66-24]

djamasultanova23@gmail.com *1[0009-0007-92425565]

leylufer-ipcp@rambler.ru [0009-0005-6889-1908],

ayazmammadov@nkpi.az [0009-0001-4743-87-34]

РЕЗЮМЕ

Интенсивное развитие сельского хозяйства и постоянно возрастающая тенденция спроса на ряд сельскохозяйственных культур создают предпосылки для разработки новых эффективных регуляторов роста растений. Проведены исследования по определению рациональных синтетических путей и разработаны методы получения фитостимуляторов на базе доступного сырья. В предложенной работе рассматривается синтез на основе двухосновной алифатической кислоты и этаноламинов, а также изучение их рост регулирующих свойств на примере ряда сельскохозяйственных культур, в частности, кукурузы, гороха, пшеницы. В качестве исходной двухосновной кислоты использовали фумаровую кислоту. Синтез целевых продуктов осуществляли на основе реакции взаимодействия фумаровой кислоты с моно-, ди- и триэтаноламинами в различных соотношениях кислота:этаноламин 1:1÷2. Строение и структура полученных соединений подтверждена современными спектроскопическими методами анализа (ИК, ЯМР). Нами были получены кислые и нормальные комплексные аммонийные соли фумаровой кислоты Показано, что синтезированные аммонийные комплексы фумаровой кислоты увеличивают рост наземной и корневой частей вышеуказанных растений и ускоряют рост саженцев этих растений. Для проведения опытов в почве семена предварительно замачивают в воде для контроля и в соответствующих растворах для исследований на определенное время (10-48 часов), а затем высевают в пластиковые контейнеры, заполненные почвой согласно стандартам. Для получения более точных результатов по каждому растению посадки проводились одновременно в трех повторностях. Семена в первых трех горшках высевали в дистиллированную (поливную) воду для контроля, а семена в других горшках высевали в 10^{-3}% концентрированные растворы фумаровой кислоты с этаноламинами. Для изучения влияния солевых растворов на динамику развития надземных частей растений и их корней в лабораторных условиях проводились наблюдения и измерения в течение 14–16 суток. Для проведения испытаний были засажены 39 пластиковых горшков, заполненных почвой в соответствии со стандартом, и 3 горшка взяты для контроля в дистиллированной воде. Половина оставшихся горшков была засажена 10^{-4}% растворами кислых этаноламинных солей фумаровой кислоты, а остальные 18 горшков были засажены 10^{-4}% растворами нормальных комплексных солей этаноламинов с фумаровой кислотой, при этом для точности экспериментов использовался метод 3-кратной посадки. Измерения проводились путем мониторинга динамики роста этих растений с момента их прорастания. Полученные экспериментальным путем результаты позволяют заключить о возможности применения синтезированных нами соединений в качестве регуляторов роста растений в сельскохозяйственной практике.

Ключевые слова: фумаровая кислота, этаноламины, комплексные аммонийные соли, рост

регуляторы растений

FUMAR TURŞUSUNUN TÖRƏMƏLƏRİ ƏSASINDA PERSPEKTİV BİTKİ BOY MADDƏLƏRİ

[1]V.M. Abbasov, [1]J.F. Sultanova, [1]L.İ. Əliyeva, [1,2]A.M. Məmmədov

Azərbaycan ARespublikasının Elm və Təhsil Nazirliyi akad. Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu, Bakı, AZ 1025, Xocalı pr., 30
[2]Sumgayıt Dövlət Universiteti, Sumgayıt ş., 1-ci Bakı küç, 5008
vagif_abbasov@hotmail.com [0009-0003-9270-66-24]
djamasultanova23@gmail.com *1[0009-0007-92425565]
leylufer-ipcp@rambler.ru [0009-0005-6889-1908],
ayazmammadov@nkpi.az [0009-0001-4743-87-34]

XÜLASƏ

Kənd təsərrüfatının intensiv inkişafı və bir sıra kənd təsərrüfatı bitkilərinə artan tələbat yeni effektiv bitki artım tənzimləyicilərinin inkişafı üçün ilkin şərait yaradır. Rasional sintetik marşrutların müəyyən edilməsi üçün tədqiqatlar aparılıb və mövcud xammal əsasında fitostimulyatorların alınması üsulları işlənib hazırlanıb. Təklif olunan işdə bir sıra kənd təsərrüfatı bitkilərinin, xüsusən qarğıdalı, noxud və buğdanın nümunəsində iki əsaslı alifatik turşu və etanolaminlər əsasında sintez, eləcə də onların böyüməsini tənzimləyən xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi nəzərdən keçirilir. Başlanğıc dibazik turşu kimi fumar turşusu istifadə edilmişdir. Hədəf məhsulların sintezi fumar turşusunun mono-, di- və trietanolaminlərlə müxtəlif nisbətdə turşu:etanolamin 1:1÷2 reaksiyası əsasında aparılmışdır. Alınan birləşmələrin strukturu müasir spektroskopik analiz üsulları (İQ, NMR) ilə təsdiq edilmişdir. Fumar turşusunun turşu və normal kompleks ammonium duzlarını əldə etmişik ki, fumar turşusunun sintez edilmiş ammonium kompleksləri yuxarıda qeyd olunan bitkilərin yerüstü və kök hissələrinin böyüməsini artırır və bu bitkilərin tinglərinin böyüməsini sürətləndirir. Torpaq təcrübələri üçün toxumlar əvvəlcədən nəzarət üçün suda və müvafiq tədqiqat məhlullarında müəyyən müddətə (10-48 saat) isladılır və sonra standartlara uyğun olaraq torpaqla doldurulmuş plastik qablara səpilir. Hər bir bitki üzrə daha dəqiq nəticələr əldə etmək üçün əkinlər eyni vaxtda üç təkrarda aparılmışdır. İlk üç dibçəkdə olan toxumlar mübarizə üçün distillə edilmiş (suvarma) suda, digər qablardakı toxumlar isə fumar turşusunun etanolaminlərlə 10^{-3}% konsentrasiyalı məhlullarında səpilib. Şoran məhlulların bitkilərin yerüstü hissələrinin və onların köklərinin inkişaf dinamikasına təsirini laboratoriya şəraitində öyrənmək üçün 14-16 gün ərzində müşahidələr və ölçmələr aparılmışdır. Sınaqlar üçün 39 ədəd plastik qab əkilib, standarta uyğun olaraq torpaqla doldurulub, 3 ədəd isə distillə edilmiş suda nəzarətə götürülüb. Qalan dibçəklərin yarısına fumar turşusunun turşulu etanolamin duzlarının 10^{-4}%-li məhlulları, qalan 18 dibinə isə fumar turşusu ilə etanolaminlərin normal kompleks duzlarının 10-4%-li məhlulları eksperimental dəqiqlik üçün 3 qat əkmə üsulu ilə əkilmişdir. Ölçmələr bu bitkilərin cücərdiyi andan böyümə dinamikasına nəzarət edilməklə aparılmışdır. Alınan eksperimental nəticələr belə qənaətə gəlməyə imkan verir ki, bizim sintez etdiyimiz birləşmələr kənd təsərrüfatı praktikasında bitki artımının tənzimləyicisi kimi istifadə oluna bilər.

Açar sözlər: *fumar turşusu, etanolaminlər, kompleks ammonium duzları, bitki boy maddələr*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0223

DEVELOPMENT OF THE PROCESS OF ALKYLATİON OF BENZENE WİTH PROPYLENE İN THE PRESENCE OF ZEOLİTE CATALYSTS

J.N.Alizade, E.T.Zeynalov

Azerbaijan State University of Oil and Industry, Faculty of Chemical Engineering Department of "Oil and Gas Chemical Technology and Industrial Ecology"
cavidlizad42@gmail.com

ABSTRACT

This study investigates the alkylation of benzene with propylene in the presence of zeolite catalysts. Experimental work was conducted to determine optimal reaction conditions, including temperature, pressure, and catalyst type. The results indicate that H-zeolite-based catalysts exhibit high activity and selectivity in alkylation reactions, leading to improved product yield. Additionally, the influence of various parameters on the catalytic process was examined, and kinetic data were analyzed. A comparative study between different zeolite catalysts was conducted to evaluate their efficiency in alkylation processes.

Keywords: Alkylation, catalyst, zeolite, benzene, propylene, aromatic compounds.

Introduction

The isomerization process has been a fundamental approach in the refining and petrochemical industries for several decades, serving a key role in optimizing fuel properties and enhancing the quality of hydrocarbon products. It involves the conversion of straight-chain hydrocarbons into branched isomers, which can improve fuel octane numbers, enhance engine performance, and reduce harmful emissions. This process has become even more critical in the context of modern environmental concerns, as it contributes significantly to reducing the content of toxic aromatic hydrocarbons like benzene in automotive fuels.(2) The isomerization of light hydrocarbons such as pentane, hexane, and butane plays a central role in the production of high-quality gasoline and the production of chemicals for industrial use. Over the years, significant advances have been made in developing catalysts that offer improved activity and selectivity for the isomerization process. Early catalysts like AlCl3 and HCl were gradually replaced by more efficient and environmentally friendly options, such as zeolite catalysts, which have demonstrated greater stability, higher selectivity, and the ability to operate under milder conditions.(4-5) The development of advanced zeolite catalysts has revolutionized the isomerization process, allowing for more efficient and cleaner fuel production. Zeolites like H-ZSM-5 and H-Beta have gained particular attention for their excellent catalytic properties, offering high surface area, tunable acidity, and shape-selectivity, which enhance their effectiveness in transforming aliphatic hydrocarbons into desirable isomers. The application of these catalysts not only improves the octane number of fuels but also helps to minimize the environmental impact of fuel production by reducing benzene and other toxic compounds.

Moreover, performing the isomerization process in a hydrogen environment provides additional benefits by increasing catalyst stability and ensuring the production of high-quality products. The presence of hydrogen prevents catalyst deactivation due to carbon deposition and facilitates the conversion of lower-value hydrocarbons into more valuable isomers, improving both the yield and selectivity of the process.(1-3) The optimization of reaction parameters such as temperature, pressure, and the hydrogen-to-hydrocarbon ratio is crucial for maximizing the performance of these zeolite-based catalysts. This study aims to provide a detailed comparison of the performance of different zeolite catalysts in the isomerization process, with a focus on their use in the alkylation of benzene with propylene. By understanding the influence of reaction conditions and catalyst properties, it is possible to design more efficient and sustainable processes for the production of high-quality fuels and petrochemical products.

EXPERIMENTAL PROCEDURE

The alkylation process of benzene with propylene in the presence of zeolite-based catalysts is carried out under controlled experimental conditions to investigate the efficiency of the reaction. Similar to the isomerization process, the reaction was conducted in a flow-type reactor. This reactor type ensures a continuous flow of reactants and products, which is crucial for maintaining optimal reaction conditions and achieving consistent results.(2-5) The reaction takes place under a temperature range of 150-350°C, with a pressure of 1-5 MPa, to enhance the conversion rate and selectivity of the alkylation process. The molar ratio of benzene to propylene is varied at 1:1, 1:2, and 1:3 to observe the impact of propylene concentration on the alkylation efficiency and product distribution. The contact time for the reactants in the reactor is controlled between 0.5 to 2 hours to optimize the reaction kinetics and conversion of benzene. The reaction environment is maintained under a dry nitrogen atmosphere to ensure an inert condition and prevent unwanted side reactions, which may occur in the presence of moisture. Hydrogen is also utilized in this process, playing a crucial role in maintaining the stability of the zeolite catalyst and improving the overall reaction efficiency. The hydrogen is introduced in a 2:1 ratio relative to the raw materials.

For the catalyst preparation, zeolite-based catalysts like H-ZSM-5, H-Beta, and Y-zeolite are used due to their proven effectiveness in alkylation reactions. The catalysts are activated and treated with an ammonium nitrate solution (2N NH_4NO_3) in water.(4) The catalyst mixture is maintained at a temperature of 50-60°C for 1 hour, ensuring the uniform impregnation of the solution. After cooling, the mixture is filtered and washed with distilled water to remove any impurities. The catalyst is then dried in a drying cabinet at 120°C for 3-5 hours. After drying, the catalyst undergoes calcination in a muffle furnace at 500°C for 5 hours, which activates the zeolite structure and enhances its catalytic properties. Finally, the catalyst is granulated and prepared for use in the reaction. The products obtained from the reaction are analyzed using advanced analytical techniques. Gas chromatography (GC) and mass spectrometry (MS) are employed to determine the composition of the reaction products. Gas chromatography is conducted using the "CHROM-5" device equipped with a flame-ionization detector (FID). A glass chromatography column, 1 meter in length, is packed with a sorbent material consisting of vaseline oil impregnated on the surface of Inzen brick (INZ-600). The combination of these techniques allows for precise analysis of the conversion rates and selectivity of the desired alkylated products. As the reaction takes place in a hydrogen-rich environment, additional hydrogen generators are used to supply the required hydrogen gas to the system. This ensures that the hydrogen is maintained at the appropriate levels throughout the reaction, preventing catalyst deactivation and ensuring the

production of high-quality products.

Results and Discussion

Catalyst Comparison

The efficiency of different zeolite catalysts in alkylation was evaluated. The following table summarizes their performance.

Table 1: Comparison of Zeolite Catalysts in Benzene Alkylation

Catalyst	Surface Area (m^2/g)	Pore Size (nm)	Benzene Conversion (%)	Selectivity to Alkylated Products (%)
H-ZSM-5	400	0.55	72	88
H-Beta	600	0.70	68	85
Y-Zeolite	800	0.74	65	83

Table 2: Effect of Temperature on Alkylation Process

Temperature (°C)	Benzene Conversion (%)	Selectivity to Alkylated Products (%)
150	45	78
200	55	82
250	72	88
300	68	84
350	61	79

- **Effect of Temperature**: Increasing the temperature enhanced benzene conversion up to 250°C, beyond which side reactions led to byproduct formation.
- **Effect of Pressure**: Maximum yield was observed at 3 MPa pressure, while higher pressure resulted in catalyst deactivation.
- **Effect of Molar Ratio**: The optimal yield was obtained at a benzene-to-propylene molar ratio of 1:2.
- **Effect of Catalyst**: H-ZSM-5 demonstrated the highest activity and product yield due to its strong acidity and well-defined pore structure.

Reaction Mechanism

The alkylation of benzene with propylene proceeds through the following key steps:

1. **Adsorption**: Benzene and propylene are adsorbed on the zeolite surface.
2. **Activation**: The acidic sites of the zeolite activate propylene, forming a highly reactive carbocation intermediate.
3. **Reaction**: The carbocation intermediate reacts with benzene, leading to alkylated products.
4. **Desorption**: The final product desorbs from the catalyst surface, allowing the active sites to be reused.

The kinetic analysis revealed that the reaction follows a pseudo-first-order model, with activation energy calculated as 85 kJ/mol. The reaction rate constants were found to be dependent on both temperature and catalyst acidity.

Industrial Applications

Zeolite-catalyzed benzene alkylation has significant industrial applications, including:

- **Fuel Production**: Alkylated aromatics are used as high-octane fuel additives.
- **Petrochemical Industry**: Produces intermediates for plastics and synthetic lubricants.
- **Green Chemistry**: Reduces the need for hazardous acid catalysts like HF and $AlCl_3$.

Future advancements in zeolite modification can further enhance catalyst lifetime and efficiency, making them more suitable for large-scale industrial processes.

Conclusion

This study demonstrates that zeolite-based catalysts are highly effective in the alkylation of benzene with propylene. H-ZSM-5, in particular, showed superior performance in terms of yield and selectivity. The optimal reaction conditions were determined to be 250°C, 3 MPa, and a benzene-to-propylene molar ratio of 1:2. Future research should focus on catalyst stabilization and modification to enhance activity further. Additional studies on catalyst regeneration and deactivation mechanisms are recommended to improve industrial applicability.

REFERENCES

1. Smith, J. & Brown, R. (2019). "Zeolite Catalysts for Alkylation Reactions". *Journal of Catalysis Research*, 10(2), 45-59.
2. Wang, Y. et al. (2020). "Optimized Reaction Conditions for Benzene Alkylation". *Chemical Engineering Journal*, 15(3), 102-114.
3. Mamedov, A. (2021). "Study of Zeolite Catalysts in Alkylation Processes". *Petrochemical Science*, 8(4), 75-88.
4. Zhao, L., Chen, R., & Li, W. (2022). "Advances in Zeolite Catalysis for Aromatic Hydrocarbon Alkylation". *Applied Catalysis A: General*, 630, 105-121.
5. Johnson, P. et al. (2023). "Kinetic and Mechanistic Insights into Zeolite-Catalyzed Benzene Alkylation". *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 62(5), 2201-2215.

Разработка процесса алкилирования бензола пропиленом в присутствии цеолитных катализаторов

Дж.Н.Ализаде, Э.Т.Зейналов

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, факультет химической технологии
Кафедра "Нефтехимическая технология и промышленная экология" cavidlizad42@gmail.com

РЕЗЮМ

Данное исследование посвящено алкилированию бензола пропиленом в присутствии цеолитных катализаторов. Экспериментальные работы были проведены для определения оптимальных условий реакции, включая температуру, давление и тип катализатора. Результаты показывают, что катализаторы на основе Н-цеолита обладают высокой активностью и селективностью в алкилировании, что приводит к улучшению выхода продукта. Также было изучено влияние различных параметров на каталитический процесс, а кинетические данные были проанализированы. Проведено сравнительное исследование различных цеолитных катализаторов для оценки их эффективности в процессах

алкилирования.

Ключевые слова: *Алкилирование, катализатор, цеолит, бензол, пропилен, ароматические соединения.*

Seolit katalizatorlarının iştirakı ilə benzolun propilen ilə alkilləşməsi prosesinin işlənməsi

C.N.Əlizadə, E.T.Zeynalov

Azərbaycan Dövlət Neft və Saneye Universiteti PHŞ
KTF-in «Neft-kimya texnologiyası və sənaye ekologiyası» kafedrası
cavidlizad42@gmail.com

XÜLASƏ

Bu tədqiqat, benzolun propilenlə alkilləşdirilməsi prosesini və seolit katalizatorlarının təsirini araşdırır. Eksperimental işlər, reaksiyanın optimal şərtlərini müəyyən etmək üçün aparılıb, bunlara temperatur, təzyiq və katalizator növü daxildir. Nəticələr göstərir ki, H-seolit əsaslı katalizatorlar alkilləşmə reaksiyalarında yüksək fəaliyyət və seçicilik nümayiş etdirir, bu da məhsulun veriminin yaxşılaşdırılmasına səbəb olur. Bundan əlavə, müxtəlif parametrlərin katalitik prosesə təsiri araşdırılmış və kinetik məlumatlar təhlil edilmişdir. Müxtəlif seolit katalizatorları arasında müqayisəli tədqiqat aparılmış və onların alkilləşmə proseslərindəki effektivliyi qiymətləndirilmişdir.

Açar sözlər: *Alkilləşmə, katalizator, seolit, benzol, propilen, aromatik birləşmələr.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0228

SYNTHESIS OF NEW OLIGOMERIC INHIBITORS BASED ON CROTONALDEHYDE AND DETERMINATION OF THEIR EFFICIENCY AS INHIBITORS

Narzullaev Akmal Khollinorovich[1], Aida Shahmammadova[2], LalaTakhirova[3]

[1] Doctor of engineering at Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology, Republic of Uzbekistan, P.O. Shuro-Bazaar
[2]Azerbaijan State University of Oil and Industry.
Department: "Technology of organic substances and macromolecular compounds"
[2]Associate Professor, Doctor of Philosophy in Chemistry
https://orcid.org/0000-0002-8795-7758, aida.aliyeva1@gmail.com, (+994) 0557885791
[3]Master's student of the department, lalejobs@gmail.com, (+994) 0774901324

ABSTRACT

Implementing experimental test methods we have determined the structure, and physical and chemical properties of the oligomeric corrosion inhibitors synthesized from crotonaldehyde, thiourea and acetaldehyde. Based on the electrochemical mechanism of steel corrosion inhibition in the presence of new oligomeric corrosion inhibitors with different functional active groups, we have also determined the inhibitory properties of oligomeric corrosion inhibitors designed for protection of metals against salty, hydrogen sulfide and acidic environments. We have synthesized a number of new croton aldehyde based compounds, and have determined their efficacy as inhibitors. And we have determined the multifunctional inhibitory properties of corrosion inhibitors developed based on crotonaldehyde, thiourea and acetaldehyde.

The structure, physical and chemical properties of oligomeric corrosion inhibitors synthesized on the basis of crotonaldehyde, thiourea and acetaldehyde were determined, and experimental testing methods were carried out. Based on the electrochemical mechanism of steel corrosion inhibition in the presence of new oligomeric corrosion inhibitors with various functional active groups, the inhibitory properties of oligomeric corrosion inhibitors intended to protect metals from salty, hydrogen sulfide and acidic environments have been determined. A number of new compounds based on crotonaldehyde were synthesized and their effectiveness as inhibitors was determined. The multifunctional inhibitory properties of corrosion inhibitors developed on the basis of crotonaldehyde, thiourea and acetaldehyde were determined.

Keywords: corrosion inhibitors, metal corrosion, containing phosphorus, microgalvanic sulfur, aggressive components.

Introduction. In today's world, with the growing global demand for metals, steel corrosion has become a significant challenge across numerous industries. In industrialized countries, the development of corrosion protection methods is of great practical importance. Consequently, the production and practical application of inhibitors with high corrosion prevention efficiency are gaining increasing importance [1].

Currently, global research efforts are focused on developing water-soluble organic corrosion inhibitors that exhibit high efficiency even at low concentrations to prevent metal corrosion. In

this context, derivatives of glycerol, orthophosphoric acid, guanidine nitrate, urea, and thiourea, featuring π-bonds with nitrogen, phosphorus, oxygen, and sulfur, can be utilized in synthesizing organic inhibitor compounds. Therefore, based on these raw materials, significant attention is devoted to developing processes for organic inhibitor synthesis, as well as their physical and chemical properties, applications, and production technologies [2].

Experimental Section. The corrosion rate is determined by measuring the weight loss of metal samples in an aggressive medium over a specified period of time. The studies have been conducted using an iron-steel electrode ST-20, made of tubular steel with dimensions of 30 × 15 × 12 mm.

The corrosion rate K (g/m2-s) has been calculated using the following formula.

$$K = \frac{g_1 - g_2}{s \cdot \tau}, \quad (1)$$

Where: K - corrosion rate (g/cm2-h)
g1 - weight of the metal plate before the test (g);
g2 - weight of the metal plate after the test (g);
S - surface area of the metal plate (cm2);
t - test duration (hours)

The corrosive and aggressive media used for the tests were: 1M solution of 3.65% hydrochloric acid and 1M solution of 4.95% sulfuric acid, and NaCl solutions at a concentration of 250 mg per 1 L of pure distilled water. After a certain period of time (20 days), samples of the corrosive solution were taken. The corrosion rate was calculated using the following formula based on the change in the weight of the samples before and after the test [3].

The protective effect of corrosion inhibitors (Z,%) is the difference between the weight of the test sample in the solution with a corrosion inhibitor, and the test sample weight without the inhibitor. This value is calculated using the following formula.

$$Z = \frac{K_0 - K}{K_0} \cdot 100\% \quad (2)$$

Where:
Corrosion rate of the sample without inhibitor - K0, g/m2-s;
Corrosion rate of the sample with K-inhibitor, g/m2-s;

The inhibitor protection factor (efficacy-)(g) was calculated based on the values of (Ko) and (K) using the following formula [4].

$$\gamma = \frac{K_0}{K} \quad (3)$$

Where:
K – sample value without inhibitor;
Ki – sample value with inhibitor;

Corrosion rate W (g/m^2-h) was calculated by the following formula.

$$W = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 10000}{s \cdot \tau} \quad (4)$$

Where:
W – corrosion rate (g/cm^2-h)

m_1 and m_2 - weight of the plate before and after the tests (g);
S - surface area of the metal plate (cm^2);
t - test duration (hours)

Results and discussion. *Synthesis of a new (IC-4) corrosion inhibitor containing nitrogen, phosphorus and oxygen:* 8.2 g (0.1 mol) of glycerol was added to 19.6 g (0.2 mol) of orthophosphoric acid, 20.6 g (0.4 mol) of crotonaldehyde, placed in a 200 cm^3, round-bottom flask equipped with a stirrer [5]. The contents were heated for some time, and then 13.2 g (0.1 mol) guanidine nitrate was added. The mixture was heated to homogeneity, adding 6 g (0.1 mol) of urea was while stirring. The mixture was then heated until complete degassing, and a homogeneous white mass was obtained (2.5 h, at 180°C). The product was then cooled to room temperature. The yield of the synthesized organic corrosion inhibitor was 75%.

If the amounts of glycerol, urea and phosphoric acid are too low or too high for the reaction, the following will occur. Excessive amounts of glycerol will lead to excessive consumption of urea and phosphoric acid, resulting in a certain reduction of the product's inhibitory effect. The structure of the obtained compound was studied using infrared spectroscopy.

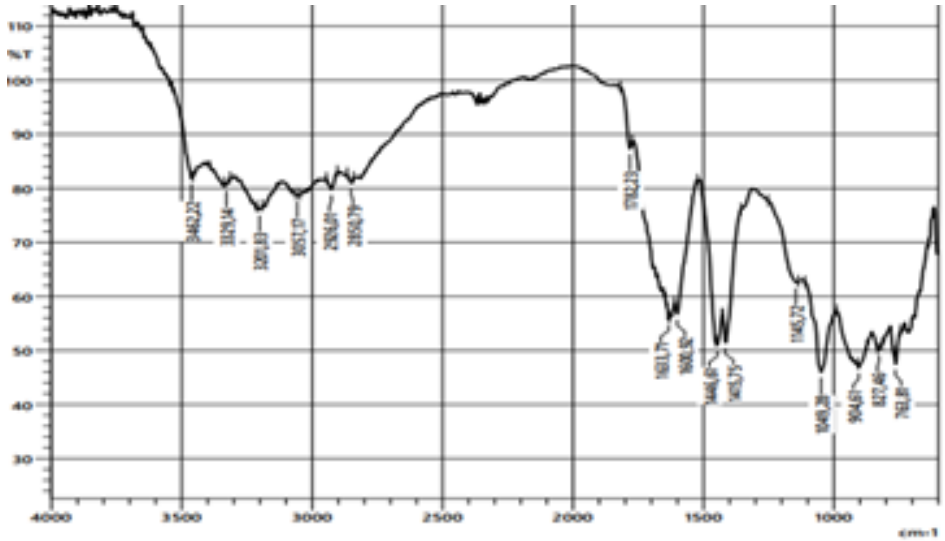


Figure 1. Infrared spectroscopy of IC-1 corrosion inhibitor

Based on the results of the infrared spectroscopy, the addition of the phosphate group to these substances resulted in occurrence of the stretching vibration lines of group (-O-P=O) in the area 1440-1145 cm-1; and in the area 1040-1150 cm-1 of group n(-P-OH) and the group corresponding to group d_{ac}(P=O) (-P-OH), we could see the absorption lines formed in the area 1040 cm-1; and group d_{ac}(P-O) in the area 760 cm-1.

As a result of transfer of some amino groups to ammonium group 3462, 3320, 3170 cm-1 n(-NH_2), 1600-1633 cm-1 d_c(-NH_2), 904 cm-1 d_{ac}(NH_2), the vibrations belonging to the amino group, instead of absorption lines (n (3057, 2926, 2850 sm^{-1}) and d_{ac} (1600 sm^{-1})) of group -NH3+ 3400-3200 cm-1 (n) and 1600- 1630 cm-1 (d_c (C=NH)) of group 3329-3057 cm-1, belong to group CO-NH, 1600-1440 cm-1 and 820-760 cm-1, belong to group (O-NO2), and also we can see the occurrence of bands belonging to groups 2850-2920 cm-1 and 1400-1440 cm-1 (CH2-) [6].

Table 1. Performance of inhibitors in IC-1, IC-2 and IC-3 solutions at 300 K

Inhibitor	Amount of inhibitor, mg/L	Time (hours)	$K_{g/m^2 \cdot s}$	Z%	$K_{g/m^2 \cdot s}$	Z%	$K_{g/m^2 \cdot s}$	Z%
Flogard 8256	20 40 70 100	6 12 24 48	0.61 0.87 0.88 0.94	83.91 88.77 9.01 91.46	1.88 0.96 0.93 0.91	87.99 87.89 90.53 90.95	0.81 0.85 0.89 0.84	88.95 90.56 91.88 92.22
IC-1	20 40 70 100	6 12 24 48	0.77 0.83 0.88 0.95	86.39 89.59 92.77 93.69	1.83 0.99 0.99 0.98	88.57 89.89 90.88 92.67	0.89 0.98 0.89 0.88	90.49 92.87 93.69 94.67
IC-2	20 40 70 100	6 12 24 48	0.69 0.89 0.89 0.98	88.46 91.79 93.38 94.69	1.89 0.98 0.96 0.94	89.56 90.78 92.89 94.89	0.86 0.88 0.86 0.82	92.39 93.69 94.89 95.88
IC-3	20 40 70 100	6 12 24 48	0.78 0.88 0.90 0.99	89.59 92.69 94.78 96.89	1.55 0.96 0.98 0.99	90.46 92.83 94.58 95.67	0.87 0.88 0.88 0.86	93.93 94.85 95.88 96.85

The data given in the Table 1 show that the degree of protection has increased with the increase of concentrations [7;8]. According to the literature, metal corrosion in acidic solutions roughly doubles for every 10°C increase in temperature.

Conclusion. We have studied the corrosion current and potential, corrosion rate, protection level, inhibition coefficient, corrosion process interaction coefficient and effective activation energy, and temperature [9]. The optimal corrosion inhibition conditions have also been determined as a function of the chemical nature, concentration and composition of the newly synthesized oligomeric inhibitor. The developed inhibitors IC-1 and IC-1, IC-3 (corrosion inhibitors for highly corrosive water circulation systems) are recommended for use in petrochemical plants for protection of carbon steel equipment against corrosion in water circulation systems and wastewater systems.

References

[1] Quraishi, M.A., Sardar, R. “Corrosion inhibition of mild steel in acid solutions by some aromatic oxadiazoles.” Materials Chemistry and Physics, 2002, 78(2), 425-431. https://doi.org/10.1016/S0254-0584(02)00369-5

[2] Popova, A., Sokolova, E., Raicheva, S., Christov, M. “Adsorption and inhibitive properties of benzimidazole derivatives in acid mild steel corrosion.” Corrosion Science, 2003, 45(1), 33-58. https://doi.org/10.1016/S0010-938X(02)00083-0

[3] Khaled, K.F. “Corrosion control of copper in nitric acid solutions using some amino acids – A combined experimental and theoretical study.” Corrosion Science, 2010, 52(10), 3225-3234. https://doi.org/10.1016/j.corsci.2010.06.020
[4] Sastri, V.S. “Green Corrosion Inhibitors: Theory and Practice.” John Wiley & Sons, 2011. ISBN: 978-0-470-53994-1
[5] Verma, C., Ebenso, E.E., Quraishi, M.A. “A green and sustainable approach for the corrosion inhibition of mild steel in acidic medium: synergistic effect of Polyvinylpyrrolidone and halide ions.” Scientific Reports, 2017, 7, 44432. https://doi.org/10.1038/srep44432
[6] Bentiss, F., Traisnel, M., Lagrenée, M. “The substituted 1,3,4-oxadiazoles: a new class of corrosion inhibitors of mild steel in acidic media.” Corrosion Science, 2000, 42(1), 127-146. https://doi.org/10.1016/S0010-938X(99)00049-9
[7] Umoren, S.A., Solomon, M.M., Eduok, U.M. “Effect of molecular structure on the corrosion inhibition efficiency of organic compounds: A review.” Journal of Environmental Chemical Engineering, 2019, 7(6), 103479. https://doi.org/10.1016/j.jece.2019.103479
[8] Schweitzer, P.A. “Fundamentals of Metallic Corrosion: Atmospheric and Media Corrosion of Metals.” CRC Press, 2010. ISBN: 978-1-4200-8220-7
[9] Zhang, D.Q., Cai, Q., He, X.M., Gao, L.X., Zhou, G.L. “Inhibition of copper corrosion in aerated hydrochloric acid solution by alkylimidazolium ionic liquids.” Materials Chemistry and Physics, 2008, 112(2), 353-358. https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2008.05.017

KROTONALDEHİD ƏSASINDA YENİ OLİGOMER İNHİBİTORLARIN SİNTEZİ VƏ ONLARIN İNHİBİTOR KİMİ EFFEKTİVLİYİNİN MÜƏYYƏNLƏŞDİRİLMƏSİ

Narzullaev Akmal Xollinoroviç[1], Aida Şahməmmədova[2], Lala Tahirova[3]

[1]Özbəkistan Respublikası, Taşkent Kimya Texnologiyaları Elmi-Tədqiqat İnstitutu, mühəndislik elmləri doktoru, P.O. Shuro-Bazaar
[2]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, “Üzvi maddələr və makromolekulyar birləşmələr texnologiyası” kafedrası, dosent, kimya üzrə fəlsəfə doktoru
https://orcid.org/0000-0002-8795-7758, aida.aliyeva1@gmail.com, (+994) 0557885791
[3]Həmin kafedranın magistrantı, lalejobs@gmail.com, (+994) 0774901324

XÜLASƏ
Eksperimental sınaq metodlarından istifadə etməklə krotonaldehid, tiomövcud və asetaldehid əsasında sintez olunmuş oligomer korroziya inhibitorlarının quruluşu, fiziki və kimyəvi xassələri müəyyən edilmişdir. Müxtəlif funksional aktiv qruplara malik yeni oligomer inhibitorlarının iştirakı ilə poladın korroziyasının elektrokimyəvi inhibə mexanizmi əsasında, duzlu, hidrogen-sulfidli və turş mühitlərdə metalları qorumaq üçün nəzərdə tutulmuş oligomer inhibitorlarının inhibəedici xassələri öyrənilmişdir. Krotonaldehid əsasında bir sıra yeni birləşmələr sintez olunmuş və onların inhibitor kimi effektivliyi müəyyən edilmişdir. Krotonaldehid, tiomövcud və asetaldehid əsasında hazırlanan korroziya inhibitorlarının çoxfunksiyalı inhibəedici xassələri də müəyyən edilmişdir.
Krotonaldehid, tiomövcud və asetaldehid əsasında sintez olunmuş oligomer korroziya inhibitorlarının quruluşu, fiziki və kimyəvi xassələri təyin edilmiş, eksperimental sınaq metodları

yerinə yetirilmişdir. Müxtəlif funksional aktiv qruplara malik yeni oligomer korroziya inhibitorlarının iştirakı ilə poladın korroziyasının elektrokimyəvi inhibə mexanizmi əsasında, duzlu, hidrogen-sulfidli və turş mühitlərdə metalları qorumaq üçün nəzərdə tutulmuş inhibitorların inhibəedici xassələri araşdırılmışdır. Krotonaldehid əsasında bir sıra yeni birləşmələr sintez edilmiş və onların inhibitor kimi effektivliyi müəyyən edilmişdir. Krotonaldehid, tiomövcud və asetaldehid əsasında hazırlanan korroziya inhibitorlarının çoxfunksiyalı inhibəedici xassələri təyin olunmuşdur.

Açar sözlər: korroziya inhibitorları, metal korroziyası, fosfor tərkibli, mikroqalvanik kükürd, aqressiv komponentlər.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0234

INVESTİGATİON OF THE HYDROPROCESSİNG OF VARİOUS DİESEL FRACTİONS WITH THE PARTICIPATION OF OMNIKAT 210-P AND OMNIKAT HALLOYSİTE MIXED CATALYSTS

İrada Khalafova[1], Nahid Mardanli[2]

[1,2]Azerbaijan State Oil and Industry University, Department of Petrochemical Technology and Industrial Ecology
[1,2] Institute of Petrochemical Processes
[1]PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan
[2]Master, Faculty of Chemical Technology, Department of Petrochemical Technology and Industrial Ecology, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan

ABSTRACT
The search for and discovery of new catalytic systems in diesel hydrotreating processes remains important as an environmental and technological task. This article investigates the process of hydrotreating diesel fractions in the presence of catalysts such as Omnikat 210-P and Omnikat halloysite mixture, as well as their application areas. Considering the high reactivity and efficiency of the Omnikat 210-P catalyst, the hydrotreating process was carried out under various conditions. The physicochemical properties of the obtained products were analyzed, and their application potential was evaluated.
Keywords: *hydrotreating, halloysite, catalyst, Omnikat-210P*

INTRODUCTION
In the modern era, the hydrotreating process is one of the most significant methods in oil refining and plays a crucial role in the petroleum industry. This is because undesirable sulfur compounds in diesel release harmful gases into the environment during combustion, leading to acid rain. Nitrogen and oxygen compounds deteriorate the combustion properties of diesel, while aromatic hydrocarbons can have ecotoxic and carcinogenic effects. Resins and asphaltenes reduce diesel stability, causing filter clogging, and metal impurities lower the efficiency of catalysts. Additionally, water and mechanical impurities in diesel can disrupt engine performance, leading to technical issues. The hydrotreating process removes these undesirable substances, improving diesel quality, cetane number, and combustion efficiency. [1-2]

Due to environmental regulations in many countries, the sulfur content in diesel fuel has been reduced to lower levels. The main goal is to reduce harmful emissions from diesel engines and improve air quality. [3] A literature review was conducted to identify the main catalysts used in the hydrotreating process in diesel production processes. These catalysts are mainly synthetic zeolite-based catalysts characterized by varying porosity and strong acid centers.Generally, molybdenum, cobalt, or nickel-based catalysts are used in this process to effectively remove harmful substances. The use of catalysts not only enhances fuel quality but also helps prevent environmental pollution. [4-5]

The Euro standards for diesel fuel are international regulations designed to reduce environmental impact and improve engine efficiency. These standards, ranging from Euro 1 to Euro 6, primarily limit sulfur content, nitrogen oxides (NOx), and particulate matter (PM)

emissions.

Introduced in 1992, the Euro 1 standard allowed a sulfur content of 2000 ppm in diesel fuel. However, with technological advancements, this value has been reduced to 10 ppm in Euro 6. Additionally, NOx emissions have been reduced more than six times from Euro 3 to Euro 6, reaching 0.08 g/km. Furthermore, particulate matter (PM) emissions were lowered to 0.005 g/km in Euro 5 and Euro 6. The implementation of these standards has resulted in higher fuel quality, longer engine lifespan, and significantly lower harmful emissions into the atmosphere. As a result, Euro standards ensure that vehicles are more environmentally friendly and contribute to a healthier environment.

Research has been conducted on the feasibility of using alternative sources with Omnikat 210-P and its halloysite-blended catalysts to improve the quality of diesel fractions and enhance the quality indicators of produced diesel fuels.

Halloysites consist of tube-shaped rolled layers of aluminum and silicon oxides. The outer surface of the tubes is covered with a silicon dioxide layer, while the inner surface (lumen) is coated with an aluminum oxide layer [7-9]. The outer diameters of these tubes range from 30 to 110 nm, with an average diameter of 65 nm [8, 10]. The lumen diameters vary between 15 and 55 nm, with an average size of 25 nm [10]. The length of the tubes typically falls within the range of 0.4 to 2.1 μm. What makes halloysite nanotubes unique is their distinct chemical composition on the inner and outer surfaces, a feature not found in other nanotubes. The properties of halloysite include the differing surface and chemical characteristics of the inner and outer layers [11]. Silicon and aluminum oxides exhibit different ionization and dielectric properties. The ability to selectively modify the inner and outer surfaces of halloysite nanotubes can provide significant advantages in hydrotreating processes. In hydroprocessing, aluminum oxide (Al_2O_3) plays a crucial role as a catalyst support, enhancing the efficiency of hydrodesulfurization (HDS), hydrodenitrogenation (HDN), and hydrodeoxygenation (HDO) reactions. Its high surface area, thermal stability, and acidity allow it to effectively disperse active metal components such as molybdenum (Mo), tungsten (W), cobalt (Co), and nickel (Ni). This dispersion improves the catalytic activity, facilitating the removal of sulfur, nitrogen, and oxygen compounds from fuels. Additionally, aluminum oxide's porous structure ensures optimal reactant diffusion, making it an essential component in hydroprocessing catalysts.

Problem statement

This article is dedicated to the creation or discovery of new catalytic systems for application in the hydrotreating process. The aim is to increase the conversion depth and improve the ecological properties of the obtained diesel. To achieve this goal, catalytic systems based on catalysts that are used in industry have been developed and proposed.

Experimental Part

The research was conducted under the conditions of P = 3.1–4.1 MPa, T = 320–360°C, and LHSV = 0.5–1 h^{-1}. As raw materials, the following were used: diesel fraction obtained from atmospheric distillation (1), straight-run diesel blended with 10% light gas oil from a catalytic cracking unit (2), and a mixture of (1) and (2) with 5% light gas oil from coking (3).

Table 1. Material Balance of the Hydrotreating Process of Diesel Fractions with the Addition of 10% Cottonseed Oil

Indicators	AQKD 400BN+ Omnikat 210-P Catalyst
Taken, % wt	
Straight-run diesel fr.	88.73
Cottonseed oil	8.81
Hydrogen	2.46
Obtained, % wt	
180-360 °C diesel fr.	91.6
Gasoline fr. with b.p. ≤ 180 °C	2.4
C1-C3 gase	3.6
Water	0.4
Coke	0.8
Loss	1.2
Taken, % wt	
Straight-run diesel fr.	79.5
Light gas oil from catalytic cracking	7.5
Cottonseed oil	8
Hydrogen	5
Obtained, % wt	
180-360 °C diesel fr	91
Gasoline fr. with b.p. ≤ 180 °C	2.7
C1-C3 gases	3.3
Water	0.6
Coke	1.2
Loss	1.2
Taken, % wt	
Straight-run diesel fr.	74.2
Light gas oil from catalytic cracking	7.7
Light gas oil from coking	3.8
Cottonseed oil	7.6
Hydrogen	6.7
Obtained, % wt	
180-360 °C diesel fr.	88.8
Gasoline fr. with b.p. ≤ 180 °C	3.1
C1-C3 gases	4
Water	0.6
Coke	1.7
Loss	1

When 10% cottonseed oil is added to diesel fractions (Type 1), the yield of hydrotreated diesel fraction increases by 4.5–5.5 wt% for fraction 1, 11.8–13.4 wt% for fraction 2, and 15.2–17.2 wt% for fraction 3.

To reduce the percentage of aromatic hydrocarbons, the hydrotreating process of the obtained diesel fractions was conducted over a Ni-Cr catalyst at P = 3.5 MPa, LHSV = 0.5 h^{-1}, and an H_2-

to-feed ratio of 500:1. The process was studied for pure diesel fractions 1–3 (denoted as 1", 2", 3") and their mixtures with 10% cottonseed oil (denoted as 1ª, 2ª, 3ª).
After hydro-upgrading, the quality of the diesel fractions significantly improved. Diesel fuels meeting European standards were obtained, with cetane numbers reaching 54–55%, which complies with the required specifications

Table 2. Quality Indicators of 1", 2", 3", and 1ª, 2ª, 3ª Diesel Fuels

Indicators	EN-590 Standart(2022)	1"	2"	3"	1ª	2ª	3ª
Density kg/m³ (15°C)	820-845	833	837	834.9	830.2	834.6	833.4
Evaporation percentage at 350°C	85<	92	94	94	92	90	90
Evaporation percentage at 250°C	65<	67	65	65	70	67	67
95% Evaporation Temperature, °C	360<	348	350	350	355	360	360
Flash Point in Closed Cup, °C	55<	76	76	75	78	78	78s
Kinematic Viscosity at 20°C (mm²/s)	2-4.5	2.49	2.86	2.63	2.45	2.62	2.50
Cloud Point, °C	-25<	-25	-28	-28	-22	-24	-24
Freezing Temperature, °C	-35<	-35	-35	-35	-28	-32	-32
Acidity, mg KOH/100 cm² fuel	5	0.89	0.63	0.71	0.95	0.83	0.91
Total Sulfur Content, % mass	0.005	0.0012	0.0022	0.0018	0.0010	0.0018	0.0014
Ash Content, % mass	-	0.0008	0.0009	0.0010	0.0007	0.0008	0.0008
10% Residual Carbonization	0.3	0.0008	0.0012	0.0018	0.0010	0.0012	0.0018
Oxidation Stability, g/m³	25<	8.6	9	9.2	8	8.5	8.7
Cetane number	51<	51	51	49	55	55	54

The hydrotreating process of various diesel fractions was conducted using Omnikat 210-P and its mixtures with halloysite, along with the addition of 10% cottonseed oil. The studied fractions included: straight-run diesel fraction (1), straight-run diesel mixed with 10% light gas oil from a catalytic cracking unit (2), and a mixture of (1) and (2) with 5% light gas oil from coking (3).
It was determined that the addition of 10% cottonseed oil to Type 1 diesel fraction increased the yield of hydrotreated diesel fraction by 5–5.5 wt% compared to straight-run diesel, by 11–13.4 wt% in Type 2, and by 15–17.2 wt% in Type 3.

Table 3. Percentage Indicator of Hydrocarbon Amounts

Hydrocarbon composition,% wt	1"	2"	3"	1ª	2ª	3ª
Aromatic	9.70	11.2	12.5	6.8	8.4	9
Naphthenes	31.9	31.5	31.3	30.8	28.2	29
Paraffins	57.9	57.3	56.2	62.4	63.4	62
Molecular Weight	203	210	208	200	203	205
Active Resin Content, mg/100 ml	3.2	3.5	5.1	3.5	6	5.4

Based on the quality indicators, the low-temperature properties of the obtained fuel are 2°C higher than standard requirements. These results allow for the use of the fuel in Azerbaijan's winter.

RESULT

Thus, during the conducted research, the possibility of using halloysites in catalytic systems in the hydrotreating process was revealed. T+he two-stage hydroenrichment process of Type 1-Type 3 diesel fractions containing 10% cottonseed oil was studied using Ni-Cr catalysts in the second stage of the process. It was determined that the quality indicators of diesel fractions obtained as a result of the two-stage hydroenrichment process of Type 1 and Type 2 fractions containing 10% cottonseed oil meets the requirements of the EN-590 (2004) standard.

References

1 Rajarshi Bandyopadhyay, Sreedevi Upadhyayula. Thermodynamic analysis of diesel hydrotreating reactions. Fuel, Volume 214,2018, pages 314-321

2. Erın Wroge. What is a good cetane number and why is it important, central valley, 2023

3.Saeedeh Imani Moqadam, Masoud Mahmoudi. Advent of Nanocatalysts in Hydrotreating Process: Benefits and Developments. American Journal of Oil and Chemical Technologies, 2013, pages 13-21

4. S.L. González-Cortés, S. Rugmini, T. Xiao, M.L.H. Green, S.M. Rodulfo-Baechler, F.E. Imbert, Deep hydrotreating of different feedstocks over a highly active Al2O3-supported NiMoW sulfide catalyst,Applied Catalysis A: General,Volume 475,2014,Pages 270-281

5. Syed Ahmed Ali. Development of improved catalysts for deep HDS of diesel fuels.Applied Petrochemical Research,Volume 4,2014, pages 409–415

6. Automotive fuels - Diesel - Requirements and test methods, BS EN 590, 2022

7.Chow P.W. Production of synthetic crude petroleum. US Patent 5233109, 1993

8.Price R., Gaber B., Lvov Y. In-vitro release characteristics of tetracycline, khellin and nicotinamide adenine dinucleotide from halloysite; a cylindrical mineral for delivery of biologically active agents // Journal of Microencapsulation. 2001. V. 18. P. 713-723

9.Park K.C., Ihm S.K. Comparison of Pt/Zeolite Catalysts for n-Hexadecane Hydroisomerization // Appl. Catal., A: General 2000. v. 203, p. 201-209

10.Tari G., Bobos I.C., Gomes S.F. et al. Modification of surface charge properties during kaolinite to halloysite-7Å transformation // J. Colloid and Interface Sci. 1999. V. 210. P. 360-366

11. Joussein E., Petit S., Churchman J., et al. Halloysite clay minerals – a revie // Clay Minerals: A Review. 2005. V. 40. P. 383-426

OMNİKAT 210-P VƏ OMNİKAT HALLOUZİT QARIŞIQ KATALİZATORLARININ İŞTİRAKI İLƏ MÜXTƏLİF DİZEL FRAKSİYALARININ HİDROTƏMİZLƏNMƏ PROSESİNİN TƏDQİQİ

İradə Xələfova[1], Nahid Mərdanlı[2]

[1,2] Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Neft-kimya texnologiyası və sənaye ekologiyası kafedrası

[1,2] Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu

[1]Texniki elmlər üzrə fəlsəfə doktoru, dosent, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan, khalafova.irada@gmail.com

[2]Magistr, Kimya Texnologiya fakültəsi, Neft-kimya texnologiyası və sənaye ekologiyası kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan, https://orcid.org/0009-0006-5262-9566, merdanlinahid16@gmail.com

XÜLASƏ
Dizelin hidrotəmizləmə proseslərində yeni katalitik sistemlərin axtarışı və kəşfi ekoloji və texnoloji məsələ kimi mühüm olaraq qalır. Bu məqalə Omnikat 210-P və Omnikat hallouzit qarışığı kimi katalizatorların iştirakı ilə dizel fraksiyalarının hidrotəmizləmə prosesini, eləcə də onların tətbiq sahələrini araşdırır. Omnikat 210-P katalizatorunun yüksək reaktivliyini və səmərəliliyini nəzərə alaraq, hidrotəmizləmə prosesi müxtəlif şəraitdə aparılmışdır. Alınan məhsulların fiziki-kimyəvi xassələri təhlil edilmiş, onların tətbiqi potensialı qiymətləndirilmişdir.

Açar sözlər: *hidrotəmizləmə, hallozitlər, katalizator, Omnikat-210P*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГИДРООЧИСТКИ РАЗЛИЧНЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ФРАКЦИЙ С УЧАСТИЕМ СМЕШАННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ OMNICAT 210-P И OMNICAT-HALLLOYSIT

Ирада Халефова[1], Нахид Марданлы[2]
[12]Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Кафедра нефтехимических технологий и промышленной экологии
[12]Институт Нефтехимических Процессов
[1]Кандидат технических наук, доцент, Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Баку, Азербайджан, khalafova.irada@gmail.com
[2]Магистр, факультет химической технологии, кафедра нефтехимических технологий и промышленной экологии, Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Баку, Азербайджан, https://orcid.org/0009-0006-5262-9566, merdanlinahid16@gmail.com

РЕЗЮМЕ
Поиск и разработка новых каталитических систем в процессах гидроочистки дизельного топлива остаются важными экологическими и технологическими задачами. В данной статье рассматривается процесс гидроочистки дизельных фракций с использованием катализаторов, таких как смесь Omnicat 210-P и Omnicat-halloysite, а также исследуются области их применения. С учетом высокой реакционной способности и эффективности катализатора Omnicat 210-P, гидроочистка проводилась в различных условиях. Были проанализированы физико-химические свойства полученных продуктов и оценен их потенциал применения.

Ключевые слова: *гидроочистка, галлуазит, катализатор, Omnicat-210P*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0240

MAYE FAZADA KARBOHİDROGENLƏRİN KÜKÜRDSÜZLƏŞDİRİLMƏSİ PROSESİNİN OPTİMALLAŞDIRILMASI VƏ SƏNAYEDƏ TƏTBİQLƏRİ

Fazil Rəhimli[1], Məmmədova Nigar[2]

[1]Doktorant, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan,
fazil.rahimli97@gmail.com ,https://orcid.org/0009-0006-3970-308X
[2]Kimya üzrə fəlsəfə doktoru, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan,
nigar_mammadova_73@mail.ru ,https://orcid.org/0000-0001-8508-8192

XÜLASƏ

Neft-kimya proseslərində maye qaz karbohidrogenlərinin kükürdsüzləşdirilməsi, müasir sənayenin əhəmiyyətli proseslərindən biridir və yüksək keyfiyyətli məhsul istehsalını təmin etmək, eyni zamanda ətraf mühitin qorunması üçün vacibdir. Məqalə kükürdsüzləşdirmə üsullarının qiymətləndirilməsi, adsorbsiyanın ən effektiv metod kimi seçilməsi, uyğun adsorbentlərin tədqiqi, proses parametrlərinin optimallaşdırılması və sənaye miqyasında tətbiqinin sınaqdan keçirilməsi mərhələlərini əhatə edir. İlk mərhələdə, absorbsiya, adsorbsiya və katalitik kükürdsüzləşdirmə metodları səmərəlilik, xərc və əməliyyat əlverişliliyi baxımından müqayisə edilərək adsorbsiya prosesi daha az enerji tələbləri və yüksək effektivliyi ilə seçilmişdir.Seolitlər,aktivləşdirilmiş kömür, metal oksidləri, hibrid materiallar, aktivləşdirilmiş alüminium oksid və metal-orqanik birləşmələr kimi müxtəlif növ adsorbentlər xüsusiyyətlərinə görə tədqiq olunmuş və adsorbsiya prosesinin optimallaşdırılması üçün proses parametrlərinin, xüsusilə temperatur və təzyiqin propan-propilen fraksiyasının kükürdlü birləşmələrdən təmizlənməsinə təsiri araşdırılmışdır. Prosesin optimallaşdırılması nəticəsində, təzyiq və temperatur parametrlərinin doğru seçilməsi ilə adsorbsiya prosesinin daha səmərəli və enerji baxımından daha sərfəli olduğu aşkar edilmişdir. Tədqiqatın nəticəsində, adsorbsiya üsulu ilə propan-propilen fraksiyasından kükürdün təmizlənməsi 1 ppm-ə qədər aşağı salınmış, bu prosesin regenerasiya mərhələsi ilə adsorbentlər bir neçə dəfə yenidən istifadə edilə bilmişdir. Sənaye miqyasında tətbiq olunan adsorbsiya prosesi müsbət nəticələr vermiş və metan ilə regenerasiyanın effektivliyi göstərilmiş, kükürdün konsentrasiyası qəbul edilən limitlərin altına endirilmişdir. Adsorbsiya prosesinin sənaye miqyasında tətbiqi kükürdlü birləşmələrin effektiv şəkildə təmizlənməsini təmin edərək ətraf mühitə olan mənfi təsiri azaldıb, eyni zamanda istehsalın iqtisadi səmərəliliyini artırmışdır. Araşdırma nəticələri göstərir ki, adsorbsiyanın inkişafı gələcəkdə daha çevik və daha effektiv kükürdsüzləşdirmə texnologiyalarının inkişafına zəmin yaradacaqdır.

Açar sözlər: *kükürdsüzləşdirmə, adsorbsiya, optimallaşdırma, sənaye miqyaslı tətbiqi.*

Giriş

Katalitik krekinq prosesi nəticəsində əldə edilən propan-propilen fraksiyası (PPF) əsasən C_3H_8 (propan) və C_3H_6 (propilen) kimi karbohidrogenləri ehtiva edir. Propilen, polipropilen və digər

polimerlərin istehsalında, eləcə də soyuducu agent kimi geniş istifadə sahəsinə malikdir. Propan isə əsasən yanacaq və kimya sənayesində xammal kimi tətbiq olunur. Lakin bu fraksiyada hidrogen sulfid (H_2S), karbonil sulfid (COS) və merkaptanlar kimi kükürdlü birləşmələrin olması ilə yanaşı, nəmlik də müşahidə edilir. Bu çirkləndiricilər propilenin keyfiyyətinə mənfi təsir göstərir, həmçinin propan və propilenin ayrılması prosesini çətinləşdirir. Bu səbəbdən, PPF-nin təmizlənməsi və keyfiyyətinin artırılması məqsədilə kükürdsüzləşdirmə prosesi zəruri hesab olunur.

Adsorbsiya üsulu ilə həyata keçirilən kükürdsüzləşdirmə, hidrotəmizləmə kimi alternativ metodlarla müqayisədə həm iqtisadi cəhətdən daha qənaətbəxşdir, həm də məhsulun keyfiyyətinin yüksəldilməsi baxımından üstünlük təşkil edir. Bu texnologiya aşağı enerji sərfi ilə yüksək effektivlik təqdim edir və nəticədə daha təmiz son məhsul əldə olunmasına imkan yaradır. Adsorbsiyaya əsaslanan təmizləmə prosesində seolitlər, aktivləşdirilmiş kömür, silikagel, metal oksidləri və aktivləşdirilmiş alüminium oksid kimi müxtəlif adsorbent materiallardan istifadə olunur. Bu maddələr kükürdlü birləşmələrin və digər istənilməyən komponentlərin effektiv şəkildə tutulmasına şərait yaradır və prosesin ümumi məhsuldarlığını artırır.

Tədqiqatın məqsədi, katalitik krekinqdən alınan propan-propilen fraksiyasının maye fazada adsorbsiya üsulu ilə təmizlənməsi prosesinin texnoloji parametrlərinin optimallaşdırılaraq enerji və məhsul keyfiyyətinin artırılmasını araşdırmaqdır. Həmçinin, adsorbsiya və regenerasiya proseslərinin sənaye miqyasında tətbiqi üçün effektiv metodların inkişafına töhfə verməkdir.

Məqsəd

Neft məhsullarından kükürdlü birləşmələrin təmizlənməsi ətraf mühitin qorunması baxımından böyük əhəmiyyət kəsb edir, çünki yüksək kükürd tərkibli yanacaqların istifadəsi havanın çirklənməsinə və turşu yağışlarının yaranmasına səbəb olur. Eyni zamanda, kükürdün miqdarının azaldılması yanacağın keyfiyyətini yaxşılaşdırır, avadanlıqların korroziyasını minimuma endirir və sənaye avadanlıqlarının istismarını uzadır. Bununla yanaşı, kükürdün azaldılması məhsulun ümumi keyfiyyətini artırır və müvafiq standartlara uyğunluğunu təmin edir, bu isə istehsal proseslərinin effektivliyini və iqtisadi səmərəliliyini artırır [1]. Hal-hazırda sənayedə müxtəlif növ kükürdsüzləşdirmə üsulları mövcuddur. Bunlar hidrotəmizləmə, bioloji üsullarla kükürdsüzləşdirmə, həlledicilərlə ekstraksiya, katalitik oksidləşdirmə və digər inkişaf etmiş texnologiyaları əhatə edir. Hər bir üsulun özünəməxsus üstünlükləri və məhdudiyyətləri mövcuddur və seçilən texnologiya məhsulun keyfiyyətinə və ətraf mühitə təsirinə uyğun olaraq optimallaşdırılmalıdır [2]. Tədqiqatlarda bir neçə kükürdsüzləşdirmə üsulu, onların üstün və mənfi cəhətləri, eləcə də istifadə sahələri araşdırılmışdır. Akhtar və digərləri (2024) [3] göstərmişdir ki, adsorbent sahəsindəki yeniliklər kükürdlü birləşmələrin təmizlənməsi üçün uyğun, əlverişli və effektiv bir yol təqdim edir. Lakin, bu üsulların tətbiqi bəzi adsorbentlərin termiki davamlılığı, yenidən istifadə olunması kimi çətinliklərlə üzləşir. M. Kusenberg və digərləri [4] göstərmişlər ki, amin məhlullarının adsorbsiya proseslərində istifadəsi hidrogen sulfidin miqdarını azaltmağa kömək edərək, təmizlənmiş fraksiyanın yüksək keyfiyyətini təmin etmişdir. Həmçinin, onlar bu metodun sənaye miqyasında effektiv olduğunu qeyd etmişlər. Ganiyu S. A. və Lateef S. A. (2021) [5] tərəfindən aparılan tədqiqatda yanacaqların adsorbsiya üsulu ilə kükürdsüzləşdirilməsi üçün seolitlər, silikagel kimi müxtəlif adsorbentlərin istifadəsi araşdırılmış, eyni zamanda adsorbentlərin fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərinin əhəmiyyəti vurğulanmışdır. Adsorbentlərin yanacaq və maye karbohidrogen məhsullarının tərkibində olan kükürdlü birləşmələri ilə adsorbsiya mexanizmini araşdıraraq, təmizlənmə proseslərinin

keyfiyyətini artırmaq mümkündür. Lakin, ağır kükürdlü birləşmələrinin təmizlənməsi prosesində bir sıra çətinliklər yaranır. Bu çətinliklər, adsorbentlərin səmərəliliyini azaldan və prosesin effektivliyini pisləşdirən amillərlə əlaqəlidir [6].

Propan-propilen fraksiyasının təmizlənməsi prosesi məhsulun keyfiyyətinin artırılması, avadanlıqların qorunması və ümumi səmərəliliyin yüksəldilməsi üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu prosesin effektivliyi, temperatur, təzyiq və adsorbentlərin seçimi kimi amillərin düzgün optimallaşdırılmasından asılıdır. Bu amillərin tənzimlənməsi təmizlənmə prosesinin səmərəliliyini artırır və nəticədə həm məhsulun keyfiyyətini, həm də ümumi istehsal səmərəliliyini yaxşılaşdırır. Y.Lei və digərləri (2022) [7] propan-propilenin fraksiyasının kükürdsüzləşdirilməsi prosesində temperaturun təsirini araşdıraraq, müəyyən bir həddə qədər temperaturun artmasının kükürdlü birləşmələrin adsorbsiyasını sürətləndirdiyini qeyd etmişlər. Onlar həmçinin vurğulamışlar ki, temperatur həddindən artıq artırsa, adsorbentin deqradasiyasına səbəb olaraq prosesin effektivliyi azala bilər. Aparılmış tədqiqatlar göstərir ki, təzyiqin artırılması qazların adsorbentlə qarşılıqlı təsirini gücləndirərək kükürdsüzləşdirmə prosesinin səmərəliliyini artırmağa kömək edir. Lakin çox yüksək təzyiqin tətbiqi prosesin effektivliyində əhəmiyyətli bir irəliləyiş yaratmır və eyni zamanda istismar xərclərini artırır [8]

Tədqiqatlarda maye fazada olan qazların adsorbsiya üsulu ilə təmizlənməsi, onların regenerasiya proseslərinin və proses parametrlərinin dəyişdirilərək sənaye miqyasında optimallaşdırılması geniş şəkildə araşdırılmamışdır. Buna görə də, katalitik krekinqdən alınan propan-propilen fraksiyasının maye fazada adsorbsiya üsulu ilə təmizlənməsi, texnoloji parametrlərin dəyişdirilərək enerji və məhsul keyfiyyəti baxımından araşdırılması xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Bu cür tədqiqatlar adsorbsiya prosesinin səmərəliliyinin artırılması və sənaye miqyasında tətbiqinin təkmilləşdirilməsi üçün vacibdir. Eyni zamanda, regenerasiya proseslərinin optimallaşdırılması, təmizlənmiş məhsulun keyfiyyətini yüksəltmək və enerji sərfini azaltmaq baxımından da böyük önəm daşıyır. Bu tədqiqatın **məqsədi**, propan-propilen fraksiyasının təmizlənməsi prosesində daha səmərəli metodların inkişafına töhfə verməkdir.

Metodlar

Propan-propilen fraksiyasının kükürdlü birləşmələrdən təmizlənməsi sənayedə müxtəlif üsullarla həyata keçirilir. Bu metodlar arasında adsorbsiya, absorbsiya və kimyəvi təmizləmə üsulları ən geniş yayılmışdır. Tədqiqat çərçivəsində bu üsulların səmərəliliyi araşdırılmış və müqayisə edilmişdir. Bunun üçün bir sıra elmi ədəbiyyatlara istinad edilmiş, hər bir proses müxtəlif aspektlərdən təhlil olunmuşdur. Əsas diqqət məhsulun tərkibindəki kükürdlü birləşmələrin, xüsusilə hidrogen sulfidin (H_2S) hansı dərəcədə ayrılmasına, eləcə də prosesin avadanlıq, qurlaşdırma, enerji və regenerasiya xərcləri baxımından effektivliyinə yönəldilmişdir. Aparılan müqayisələr göstərmişdir ki, kiçik qaz axınlarında adsorbsiya üsulu daha sərfəli hesab edilə bilər. Bunun əsas səbəbi reagentlərdən istifadə edilməməsi və adsorbentin uzunmüddətli istismar imkanlarıdır. Nümunə olaraq Cədvəl 1-də bu proseslərin məhsulun çıxımına necə təsir etdiyi göstərilmişdir [9].

Adsorbsiya üsulu, propan-propilen fraksiyasının təmizlənməsi üçün effektiv bir metod olduğundan, bu sahədə adsorbentlərin tədqiqinə başlanılmışdır. Araşdırma çərçivəsində müxtəlif növ adsorbentlərin propan-propilen fraksiyasının kükürdlü birləşmələrdən təmizləmə effektivliyi (ppm), iqtisadi baxımdan səmərəliliyi, regenerasiya müddəti və müxtəlif neft məhsulları ilə qarşılıqlı təsirləri müqayisə edilmişdir. Bu yanaşma, optimal adsorbentin seçilməsinə və prosesin daha effektiv şəkildə optimallaşdırılmasına imkan vermişdir. Cədvəl 2-də müxtəlif adsorbentlərin

xüsusiyyətləri müqayisə edilmişdir [10].

Cədvəl 1. Kükürdün azaldılması dərəcəsi və fraksiyanın keyfiyyətinə təsiri

Təmizlənmə üsulu	**Kükürdün azaldılması dərəcəsi**	**Fraksiyanın keyfiyyəti**
Absorbsiya	90-99%	Yüksək keyfiyyətli fraksiya, demək olar ki hidrogen sulfid yoxdur, bir çox tətbiq sahləri üçün uyğundur.
Adsorbsiya	85-98%	Fraksiyanın təmizliyi yüksəkdir, lakin adsorbentin növü və texnoloji şəraitindən asılı ola bilər
Katalitik təmizləmə	85-95%	Yüksək keyfiyyətli fraksiyalar əldə etmək üçün uyğundur, lakin hidrogen sulfidin yüksək konsentrasiyasında daha az səmərəli ola bilər.

Cədvəl 2. Adsorbentlərin müqayisəli təhlili

Metod	**Kükürdün təmizlənmə effektivliyi (ppm)**	**İqtisadi sərfəlilik**	**Miqyaslana bilmə qabiliyyəti**	**Regenerasiya qabiliyyəti (dövr)**	**Uyğun neft məhsulları**
Seolit	10–50	Yüksək	Yüksək	5–6	Yüngül karbohidrogen axınları
Aktivləşdirilmiş kömür	50–100	Orta	Orta	2–3	Hidrotreyterləşdirmə üçün əlavə
Metal-orqanik birləşmələr	<10	Aşağı	Yüksək	5–6	Yüksək təmizliyə malik məhsullar
Hibrid üsulları	<10	Orta	Orta	3–4	Ağır karbohidrogenlərin təmizlənməsi
Metal oksidləri	<10	Yüksək	Yüksək	5–6	Yüngül karbohidrogen axınları

Adsorbentlərin xüsusiyyətləri öyrənildikdən sonra propan-propilen fraksiyasının təmizlənmə prosesinin optimallaşdırılması üsulları araşdırılmış və bu məqsədlə əsas proses parametrləri, o cümlədən temperatur, təzyiq və adsorbent seçimi nəzərə alınmışdır. Qaz fazada təmizləmə prosesində temperaturun artması kükürdlü birləşmələrin adsorbsiya sürətini yüksəltsə də, yüksək temperaturun adsorbentlərin effektivliyini azalda biləcəyi nəzərə alınmışdır. Təzyiqin artırılması qazın adsorbentlə qarşılıqlı təsirini gücləndirsə də, həddindən artıq yüksək təzyiqin enerji xərclərini artırdığı vurğulanmışdır.

Tədqiqat çərçivəsində adsorbentlər kimi metal oksidləri, aktivləşdirilmiş kömür və hibrid birləşməli materiallar təhlil edilmiş və onların müxtəlif temperatur və təzyiq şərtlərində adsorbsiya qabiliyyəti qiymətləndirilmişdir. Bundan əlavə, riyazi modelləşdirmə üsulları tətbiq edilərək optimal proses parametrləri hesablanmış və təmizləmə prosesinin iqtisadi səmərəliliyi proqnozlaşdırılmışdır. Bu yanaşma enerji xərclərinin azaldılması və ümumi proses effektivliyinin artırılması məqsədini daşıdığı göstərilmişdir.

Daha sonra sahə miqyaslı sınaqlar aparılmışdır. Maye halında olan propan-propilen fraksiyası yüksək təzyiq və 15°C-dən yüksək olmayan temperaturda adsorbsiya prosesindən keçmişdir. Bu proses zamanı fraksiya adsorbent laylarından keçərək həm qurudulmuş, həm də tərkibindəki kükürdlü birləşmələrdən o cümlədən, merkaptanlar (RSH), hidrogen sulfid (H_2S) və karbonil sulfiddən(COS) təmizlənmişdir (1 ppm-ə qədər). Regenerasiya prosesi üçün qızdırılmış metan istifadə edilmiş və adsorbentin effektivliyinin bərpası məqsədilə 230°C temperaturda 3 saat

saxlanılmışdır.

Nəticə

Aparılan tədqiqat nəticəsində propan-propilen fraksiyasının kükürdlü birləşmələrdən təmizlənməsində müxtəlif üsulların səmərəliliyi qiymətləndirilmiş və adsorbsiya üsulunun kiçik qaz axınları üçün daha effektiv olduğu müəyyən edilmişdir. Adsorbsiya prosesi reagentlərdən istifadə etmədən yüksək təmizləmə səviyyəsi təmin etdiyi və adsorbentin uzunmüddətli istismar imkanları olduğu üçün sənaye tətbiqləri üçün sərfəli alternativ kimi dəyərləndirilmişdir.

Bundan əlavə, müxtəlif adsorbent növləri müqayisə edilərək onların kükürdün ayrılma effektivliyi, regenerasiya müddəti və iqtisadi səmərəliliyi baxımından üstünlükləri və çatışmazlıqları təhlil edilmişdir. Araşdırma göstərmişdir ki, metal oksidləri, aktivləşdirilmiş kömür və metl-orqanik birləşmələr arasında optimal adsorbentin seçilməsi prosesin səmərəliliyini artırmaqla yanaşı, enerji və əməliyyat xərclərinin də azaldılmasına imkan yaradır.

Sahə miqyaslı sınaqlar zamanı müəyyən edilmişdir ki, yüksək təzyiq və 15°C-dən aşağı temperaturda aparılan adsorbsiya prosesi nəticəsində propan-propilen fraksiyasının tərkibindəki kükürdlü birləşmələr effektiv şəkildə ayrılmışdır. Analiz nəticələrinə görə, təmizlənmiş propan-propilen fraksiyasının tərkibində kükürdün miqdarı 1 ppm-ə qədər azaldılmışdır. Regenerasiya mərhələsində qızdırılmış metanın tətbiqi adsorbentin ilkin adsorbsiya qabiliyyətini bərpa etməyə imkan vermiş və prosesin davamlılığı təmin edilmişdir. Maye fazada propan-propilen fraksiyasının təmizlənməsi zamanı adsorbsiya prosesinin effektivliyi tədqiq edilmişdir. Nəticələr göstərmişdir ki, aşağı temperatur və yüksək təzyiq şəraitində adsorbentlərin seçimi mühüm rol oynayır və prosesin optimallaşdırılması ilə təmizləmə dərəcəsi artırıla bilər.

Ümumilikdə, aparılan tədqiqatın nəticələri göstərir ki, adsorbsiya üsulu sənayedə propan-propilen fraksiyasının kükürdsüzləşdirilməsi üçün effektiv və iqtisadi cəhətdən əlverişli bir metod olmaqla, prosesin optimallaşdırılması və uyğun adsorbentin seçilməsi ilə daha da təkmilləşdirilə bilər.

Ədəbiyyat

1. Sedyaaw, P., Kawade, S. S., Bhaladhare, D. R., Pranali, K., & Pandey, A. (2024). Causes, Effects and Management Measures of Acid Rain: A Review. Bhartiya Krishi Anusandhan Patrika, 39(3), 215-222.
1. Gooneh-Farahani, S., & Anbia, M. (2023). A review of advanced methods for ultra-deep desulfurization under mild conditions and the absence of hydrogen. Journal of Environmental Chemical Engineering, 11(1), 108997
2. Akhtar, M. S., Ali, S., & Zaman, W. (2024). Innovative Adsorbents for Pollutant Removal: Exploring the Latest Research and Applications. Molecules (Basel, Switzerland), 29(18), 4317. https://doi.org/10.3390/molecules29184317
3. Kusenberg, M., Eschenbacher, A., Delva, L., De Meester, S., Delikonstantis, E., Stefanidis, G. D., ... & Van Geem, K. M. (2022). Towards high-quality petrochemical feedstocks from mixed plastic packaging waste via advanced recycling: The past, present and future. Fuel Processing Technology, 238, 107474.
4. Ganiyu, S. A., & Lateef, S. A. (2021). Review of adsorptive desulfurization process: Overview of the non-carbonaceous materials, mechanism and synthesis strategies. Fuel, 294, 120273. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.120273
5. Lee, K. X., & Valla, J. A. (2019). Adsorptive desulfurization of liquid hydrocarbons using zeolite-based sorbents: a comprehensive review. Reaction Chemistry & Engineering, 4(8),

1357–1386. https://doi.org/10.1039/C9RE00036D
6. Lei, Y., Yu, Z., Wei, Z., Liu, X., Luo, H., Chen, Y., Liang, X., & Kontogeorgis, G.M. (2022). Energy-efficient separation of propylene/propane by introducing a tailor-made ionic liquid solvent. Fuel, 326, article number 124930. doi: 10.1016/j.fuel.2022.124930.
7. Mehri, M., Khosravi-Nikou, M.R., Aghajani, M., & Shariati, A. (2021). Process intensification of liquid hydrocarbon fuel desulfurization using catalytic-oxidative-adsorptive method. Chemical Papers, 75, 3667-3678. doi: 10.1007/s11696-021-01618-7.
8. Ucar, D., Di Capua, F., Yücel, A., Nacar, T., & Sahinkaya, E. (2021). Effect of nitrogen loading on denitrification, denitritation and filtration performances of membrane bioreactors fed with biogenic and chemical elemental sulfur. Chemical Engineering Journal, 419, 129514
9. Srivastava, V. C. (2012). An evaluation of desulphurisation technologies for sulfur removal from liquid fuels. Rsc Advances, 2(3), 759-783. https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2012/ra/c1ra00309g

Desulfurization process of liquefied hydrocarbons and its industrial applications

Fazil Rahimli[1], Nigar Mamedova[2]

1.PhD in Petrochemical Chemistry, Azerbaijan State Oil and Industry University Baku, Azerbaijan, fazil.rahimli97@gmail.com ,https://orcid.org/0009-0006-3970-308X
2.Doctor of Philosophy, Associated Professor, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan nigar_mammadova_73@mail.ru ,https://orcid.org/0000-0001-8508-8192

ABSTRACT

The desulfurization of liquefied petroleum gases in petrochemical processes is one of the key processes in modern industry, essential for ensuring the production of high-quality products while also protecting the environment. This paper covers the evaluation of desulfurization methods, the selection of adsorption as the most effective method, the investigation of suitable adsorbents, the optimization of process parameters, and the testing of its industrial-scale application. In the initial phase, absorption, adsorption, and other desulfurization methods were compared in terms of efficiency, cost, and operational feasibility, with the adsorption process being selected due to its lower energy requirements and higher efficiency. Various types of adsorbents, such as zeolites, activated carbon, metal oxides, hybrid materials, activated alumina, and metal-organic frameworks, were investigated based on their properties. The impact of process parameters, especially temperature and pressure, on the desulfurization of propane-propylene fractions from sulfur compounds was also studied. As a result of process optimization, it was determined that the correct selection of pressure and temperature parameters made the adsorption process more efficient and energy-efficient. The study revealed that the desulfurization of sulfur from propane-propylene fractions using the adsorption method reduced sulfur content to as low as 1 ppm, with the regeneration phase allowing the adsorbents to be reused several times. The industrial-scale application of the adsorption process yielded positive results, with the effectiveness of methane regeneration demonstrated, and the sulfur concentration reduced below the acceptable limits. The industrial-scale application of the adsorption process effectively ensured the removal of sulfur compounds, thereby reducing the negative environmental impact and simultaneously increasing

the economic efficiency of production. The results of the study indicate that the development of adsorption will pave the way for the creation of more flexible, cost-effective, and efficient desulfurization technologies in the future, enhancing sustainability across various industries.
Keywords: desulfurization, adsorption, optimization, industrial-scale application.

Процесс обессеривания сжиженных углеводородов и его промышленное применение

Фазиль Рагимли[1], Нигяр Мамедова[2]

[1.]Доктор философии по нефтехимии, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан, fazil.rahimli97@gmail.com, https://orcid.org/0009-0006-3970-308X
[2.]Доктор философии, доцент, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан, nigar_mammadova_73@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-8508-8192

РЕЗЮМЕ

Обессеривание сжиженных углеводородов в нефтехимических процессах является одним из важнейших процессов современной промышленности, обеспечивая производство высококачественной продукции и одновременно играя ключевую роль в защите окружающей среды. В статье рассматриваются этапы оценки методов обессеривания, выбор адсорбции как наиболее эффективного метода, исследование подходящих адсорбентов, оптимизация параметров процесса и его промышленное внедрение. На первом этапе были сравнены методы абсорбции, адсорбции и каталитического обессеривания с точки зрения эффективности, стоимости и эксплуатационной пригодности, при этом метод адсорбции был выбран благодаря своей высокой эффективности и низким энергетическим затратам.Различные типы адсорбентов, такие как цеолиты, активированный уголь, металлические оксиды, гибридные материалы, активированный оксид алюминия и металлоорганические соединения, были исследованы в зависимости от их характеристик. Особое внимание уделено влиянию параметров процесса, в частности температуры и давления, на очистку пропан-пропиленовой фракции от серосодержащих соединений. В результате оптимизации процесса установлено, что правильный выбор параметров давления и температуры делает процесс адсорбции более эффективным и экономичным с точки зрения энергопотребления. Исследования показали, что с помощью адсорбции концентрация серы в пропан-пропиленовой фракции может быть снижена до 1 ppm, а адсорбенты могут быть многократно использованы благодаря стадии регенерации. Промышленное применение процесса адсорбции дало положительные результаты: была подтверждена эффективность регенерации с использованием метана, а концентрация серы была снижена ниже допустимых пределов. Применение адсорбции в промышленных масштабах обеспечивает эффективное удаление серосодержащих соединений, снижает негативное воздействие на окружающую среду и повышает экономическую эффективность производства. Полученные результаты свидетельствуют о том, что развитие технологии адсорбции создаёт предпосылки для появления более гибких и эффективных технологий обессеривания в будущем.

Ключевые слова: *обессеривание, адсорбция, оптимизация, промышленное применение.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0247

УДАЛЕНИЕ РТУТИ(II), СЕРЕБРА И НЕКОТОРЫХ МЕТАЛЛ-ИОНОВ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ МЕТОДОМ СОРБЦИИ СЛАБОКИСЛОТНЫМ КАТИОНИТОМ AMBERLİTE GT-73

[1]Алиаддин Аббасов, [2]Айгюн Годжаева, [3]Шамил Махмудов, [4]Физза Мамедова

[1,2,3]Нахчыванский Государственный Университет, Азербайджан (Нахчыван)
[4] *Государственное Агентство по Науке и Образованию Азербайджанской Республики, Институт природных ресурсов, Азербайджан (Нахчыван)*
[1]Доктор химических наук, член-корр.НАН Азербайджана, преподаватель кафедры химии;
E-mail: elieddinabbasov@ndu.edu.az; ORCID: 0009-0004-2085-6209; +994 51 773 72 32
[2]Докторант кафедры химии;E-mail:aygungojayeva@ndu.edu.az; ORCID:0009-0008-5136-5217; +994 50-526-45-05
[3]Канд. хим. наук, доцент; E-mail:shemilmahmudov@ndu.edu.az;ORCID:0009-0000-8063-6807; +994 70-386-52-50
[4]Канд.хим.наук; проф.РАЕ; E-mail:fizzemammadova@mail.ru;ORCID:0009-0001-0255-7190;+994 51-687-94-

РЕЗЮМ

Оценены равновесные и кинетико-термодинамические показатели сорбции Cu^{2+}, Hg^{2+}, Ag^{+}, Pb^{2+}, Ni^{2+}, Co^{2+}, Zn^{2+}, Cd^{2+}-ионов ионитом Amberlite GT-73 тиольной группы. Исследованы изотермы сорбции в области концентраций 0,25-2,50 г Me^{2+}/л. Наибольшая сходимость экспериментальных данных с расчетными получена с помощью линеаризован ного уравнения Лэнгмюра. В результате анализа кривых были определены параметры уравнений основных моделей изотерм сорбции (модели Лэнгмюра, Фрейндлиха, Темкина), описывающих извлечение ионов металлов указанным ионитом. Сродство ртути(II) и серебра к поверхности ионита намного больше, чем сродство остальных ионов. Установлено, что сорбция исследуемых ионов на изученных сорбентах наилучшим образом описывается моделью Лэнгмюра. Значения энергии активаций, прямолинейная зависимость степени обмена-F от $t^{1/2}$, а также данные об уменьшении скорости обмена с ростом диаметра зерен сорбентов свидетельствует о внутридиффузионной кинетике. Энтальпия процессов определя лась отношением выделившегося количества теплоты к количеству сорбированных ионов. Процессы поглощения ионов в исследуемом интервале концентраций экзотермичны и характеризуются падением экзотермичности по мере поглощения ионами. Процессы сопровождается отрицательным изменением энтропии, которое минимально при 318-328К. Полученные данные подтверждают тенденцию уменьшения энтропии при возрастании избирательности сорбции.

Ключевые слова: *Amberlite GT-73, сорбция, метал-ионы, кинетика, термодинамика*

Введение: Сложность очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов и отсутствие универсальных методов являются причиной реализации для этих целей различных способов (электрохимических, мембранных, реагентных, сорбционных) с присущими им недостатками. В настоящее время все большее внимание уделяется сорбционным

процессам с использованием полимерных сорбентов, поскольку они оказались высокоэффективными при очистке сточных вод, концентрировании и разделении металлов и их применение в ряде случаев при подборе соответствующих условий позволяет проводить очистку сточных вод до значений ПДК. В связи с этим необходимо исследовать сорбционное концентрирование металлов из модельных растворов, что позволит подобрать условия для увеличения степени сорбции. С другой стороны выбор ионита при разработке сорбционной технологии извлечения тех или иных компонентов из растворов определяется не только его селективностью и емкостью по извлекаемому иону, но и скоростью протекания процесса сорбции. Для количественного описания сорбционных процессов целесообразно также привлечение термодинамических характеристик ионного обмена. В зависимости от механизма процесса взаимодействие может иметь энтальпийный или энтропийный характер. Оценка термодинамических характеристик сорбции изученных ионов слабокислотным катионитом Amberlite GT-73 позволит внести ясность в понимание природы взаимодействий в системе катионит-ионы цветных металлов.

Целью данной работы являлось изучение сорбционного равновесия и скорости его установления с привлечением термодинамических параметров в системах катионит-неорганические электролиты (Ni^{2+}, Co^{2+}, Cu^{2+}, Zn^{2+}, Hg^{2+}, Ag^{+}, Cd^{2+}, Pb^{2+}).

Экспериментальная часть

Сорбцию изученных ионов проводили в статических условиях на Н-форме катионита из водных растворов нитратов этих металлов марки х.ч. с pH 3-5 в интервале концентраций 0.25-2,50 гМе.$л^{-1}$ при комнатной температуре. Растворы меньшей концентрации, получали путем разбавления стандартного раствора (2,5 г.$л^{-1}$) дистиллированной водой. Предельную сорбционную емкость катионита по изученным ионам определяли методом насыщения навесок в растворах переменных концентраций. Соотношение между массой сорбента и объемом раствора составляло 1:100. Остаточную концентрацию ионов Cu^{2+} в равновесных растворах определяли комплексонометрическим методом с пиридил-азо-нафтолом (ПАН), ионов цинка и кадмия-с эриохромовым черным Т, ионов свинца- с ксиленоловым оранжевым [1]. Ртуть определяли спектрофотометрически сульфарсазеном и иодометрическим методом по Руппу [2]. Концентрацию серебра в азотонокислых растворах определяли методом потенциометрического титрования стандартным раствором иодида калия с помощью лабораторного цифрового pH-метра типа ОР-211/1[3]. Определение кобальта основано на осаждении Co^{3+} уксуснокислым раствором α-нитрозо-β-нафтола; прямое определение никеля с мурексидом дали обнадеживающие результаты[1]. Для проверки правильности результатов проводили десорбцию ионов из ионита 0,4 М раствором HNO_3 и последующий анализ десорбата. Константы обмена в системе катионит- ионы металлов были вычислены для случая обмена одновалентного иона на двухвалентный по формуле:

$$K = A_{Me}^{1/2}{}_{,сорб.} \cdot C_{H}^{+} / C_{H+,сорб.} \cdot A_{Me}^{1/2},$$

когда ионы металлов поглощаются из разбавленных растворов, и предполагается преимущественно ионообменный механизм сорбции. В приведенной формуле $A_{Me,\ сорб.}$- количество поглощенных ионов в фазе ионита, ммоль/г, C_{H}^{+} - концентрация H^{+} ионов в равновесном растворе, ммоль/$см^3$, A_{Me}-концентрация ионов металлов в равновесном растворе, ммоль/$см^3$, $C_{H+,\ сорб.}$- концентрация ионов водорода в фазе ионита, ммоль/г. Кислотность исходных и равновесных растворов была измерена pH-метром Akvilon pH-

meter-pH 410. Для обмена равнозарядных ионов константа обмена при ***x***, характеризующем количество сорбированного иона (Ag^+), имеет следующее выражение:

$$K = x^2 / (E.m - x)(C_0 .V - x)$$

В условиях установившегося равновесия определяли равновесную концентрацию ионов металла в растворе C_p и рассчитывали равновесную емкость ионита A_p:

$$A_p = (C_0 - C_p)V/m.$$

Количественную оценку избирательности проводили по величине коэффициентов распределения Р ($см^3.г^{-1}$), рассчитанных как отношение равновесных концентраций ионов в фазе ионита (в расчете на массу сухого сорбента) и в растворе.

Кинетику сорбции ионов изучали методом ограниченного объема. Сорбцию вели из 1,0 $гМе.л^{-1}$ растворов соответствующих солей. Для исследования методом рассева отобрали фракции зерен размером 0,25–0,50 и 0,63–1,0 мм.

Для расчета эффективных коэффициентов диффузии было использовано уравнение Г. Бойда с сотр. [4]:

$$F = Q_t/Q\infty = 1 - 6/\pi^2 \sum 1/n^2.e^{(-Bt.n2)},$$

где F- степень обмена ионов; Q_t и $Q\infty$-количество сорбированного иона соответственно к моменту времени t (времени отбора пробы, с) и к моменту достижения равновесия; r-средний радиус набухшего зерна ионита, см; $Bt=D\pi^2t/r^2$ – безразмерный параметр, или критерий гомохронности Фурье. Значения эффективных коэффициентов диффузии ионов определяли по уравнению $D = Bt.r_0^2/t.\pi^2$. Значение эффективной энергии активации $E_{акт.}$ рассчитывали на основании температурных зависимостей коэффициентов диффузии по уравнению Аррениуса: $D = D_0 exp(- E_{акт.}/RT)$, где D_0 – предэкспоненциальный множитель.

Значения критерия Био оценивали из зависимостей функции – $lg(1-F)$ от t, которые при достаточно больших значениях времени переходят в прямые, отсекающие на оси ординат отрезки – lgB_1. По величине B_1 из данных таблицы [5] находили значения критерия Био. Величину энтропии активации рассчитывали из уравнения, предложенного Р. М. Баррером с сотр. [6]: $D_o = d^2(ekT/h)exp(\Delta S^0/R)$, где d- путь диффузии (расстояние перескока иона) , равное 0,5 нм. Энтропийные множители $-\lambda^2.exp(\Delta S/R)$ рассчитаны по методу, предложенному С.Глестоном [7] по формуле: $D = e\lambda^2 kT/h.e^{(\Delta S/R)}.e^{(-Ea./RT)}$.

Обсуждение результатов

Чтобы концентрировать микроэлементы используют различные сорбенты, но все же они должны быть химически и физически устойчивы, иметь значительную поглотительную способность, а также легко регенерироваться. Как известно, природа функционально-аналитических групп способствует избирательности ионитов [8]. Сорбционное извлечение металлов из растворов сложного состава полимерными хелатными сорбентами является одним из важнейших методов концентрирования, применяющихся при определении следов элементов. Концентрирование с помощью хелатообразующих сорбентов позволяет выделить микроэлементы на небольшой массе сорбента из большого объема раствора и отделить их от макрокомпонентов.

В качестве сорбента использовался слабокислотный катионит в Н-форме Amberlite GT-73, высокоселективный по отношению к ртути (и некоторым другим тяжелым металлам) и имеющий сорбционную емкость, равную в пересчете на двухвалентную ртуть 120 мг/мл или 153 мг/г при насыпной плотности ρ=0,785 г/мл. Для слабокислотного катионита Amberlite GT-73 характерны высокие значения полной обменной емкости (1,2

meq/mL; 3,9 meq/g) [9]. Сорбенты, содержащие тиольной группы, эффективно извлекают ионы металлов в интервале pH **1,5-13**. Высокое сродство к благородным металлам проявляют серо- и сероазотсодержащие комплексообразующие ионообменники. Основными недостатками применения сорбентов такого типа, как правило, являются невысокая скорость сорбции и трудность регенерации сорбента вследствие образования прочных комплексов. Как известно [10], переходные металлы первого ряда до кобальта предпочитают O-доноры, в то время как переходные металлы последующих рядов- N-доноры. Существует общая закономерность, согласно которой при движении к концу периода и вниз по группе при условии невысокой степени окисления металла возрастает «мягкость» катиона и, соответственно, склонность к координации с «мягкими» донорами. Так, **ртуть и серебро** предпочитают серу в качестве донорного атома. Степень извлечения ионов металлов резко возрастает с ростом значения pH до 6 и выходит на насыщение. Максимальная степень извлечения ионов наблюдалась в интервале pH 3,5-4,5. При низких значениях pH тиольные группы ионита мало диссоциированы и поэтому наблюдается конкурирующая сорбция между ионами металла и H^+-ионами за функциональные группы на поверхности сорбента. При высоком значении pH раствора в присутствии OH^- ионов происходит гидролиз и образуются гидроксокомплексы ионов металла, которые так же уменьшают емкость сорбента. После сорбции ионов металлов с начальным значением pH 3,5-4,5 наблюдается уменьшение pH раствора.

Максимальные значения P при исходной концентрации 0,5 гМе.$л^{-1}$ для ионов Cu^{2+}-1,62.10^3, для Zn^{2+}-0,9.10^2, для Cd^{2+}-0,73.10^3 и для Pb^{2+}-1,09.10^3, для Ag^+ 3,15.10^3, для Hg^{2+} 3,34.10^3 $см^3$/г. Сорбция изученных ионов из разбавленных растворов (0,1-0,25 г.$л^{-1}$) характеризуется более высокой степенью извлечения (98-99%) с очисткой растворов до значений ПДК. С увеличением концентрации изученных ионов в растворе степень извлечения снижается и изотермы постепенно выходят на насыщение. Изотермы сорбции изученных ионов катионитом, построенные методом переменных концентраций, представляют собой выпуклые кривые, имеющие начальный участок, близкий к линейному (участок Генри), на котором величина сорбции практически пропорциональна концентрации ионов металлов в растворе, т.е. при малых концентрациях в растворе происходит количественная сорбция. Большая набухаемость катионита (коэффициент набухания = 3,25), слабая зависимость ПОЕ и СЕ от степени сшивки подтверждают макропористую структуру функциональных групп для участия в сорбционном процессе. Значения константы обмена (особенно при сорбции ионов Hg^{2+}, Ag^+, Cu^{2+}) указывают на высокую избирательность сорбции. Наибольшую крутизну начальных участков и выпуклость имеет изотерма Cu^{2+}. Наблюдаемые различия в избирательности сорбции изученных ионов можно связать с устойчивостью их ионитных и гидратных соединений. Отсутствие перегибов на изотермах сорбции свидетельствует о том, что поглощение исследуемых ионов протекает главным образом за счет взаимодействия их с функциональными группами катионита.

В области pH 1-2,5 катионы металлов практически не извлекаются из раствора. В интервале pH 4-6 наблюдается резкий рост сорбции. При pH 3,5-4,5 отмечается максимум извлечения ионов металлов. Из полученных результатов можно составить ряды селективности сорбции изученных ионов исследуемым сорбентом в интервале концентраций 0,25-2,5 гМе/л: Hg^{2+}>Ag^+>Cu^{2+}>Pb^{2+}>Cd^{2+}>Ni^{2+}: 153; 141,8; 136,6; 131,4; 105,7 и 94,6 мг.$г^{-1}$. Представленный ряд соответствует изменению степени извлечения

ионов металлов в пределах 94,6-74,5%. Из изученных ионов кобальта и цинка были получены незначительные результаты; поэтому мы не сочли неообхдимыми входить эти данные на сообщению.

Сорбция ионов во всей изучаемой области концентраций удовлетворительно описывается уравнением Лэнгмюра. Правильность определения параметров уравнения Лэнгмюра проверяли путем расчета теоретической формы изотерм по полученным значениям A_{max} (предельная сорбция в монослое) и К (константа сорбционного псевдоравновесия) и сравнения полученных изотерм с опытными. Как показывают полученные данные, сорбция изученных катионов из водных сред хорошо описывается линейной зависимостью в координатах C_p/A - C_p с высоким коэффициентом корреляции (R=0,94-0,96), что позволяет достаточно надежно определить величины $A_{max.}$ и К. Применительно к уравнению Лэнгмюра изотермы сорбции ионов удовлетворительно описываются уравнениями:

$$A(Ni^{2+}) = 94,6\ (7,85\pm 0,04)C_p/1+(7,85 \pm 0,04)C_p,$$
$$A(Cu^{2+}) = 112,8\ (8,54 \pm 0.05)C_p/1+(8,54 \pm 0.05)C_p,$$
$$A(Ag^{+}) = 141,8\ (5,34 \pm 0.06)C_p/1+ (5,34 \pm 0.06)C_p,$$
$$A(Cd^{2+}) = 105,7\ (3,65 \pm 0,06)C_p/1+(3,65 \pm 0,06)C_p,$$
$$A(Hg^{2+}) = 153,0\ (7,24 \pm 0,05)C_p/1+(7,24 \pm 0,05)C_p$$
$$A(Pb^{2+}) = 131,4\ (5,18 \pm 0,08)C_p/1+(5,18 \pm 0,08)C_p$$

Начальная часть полученных кривых также подчиняется уравнению Фрейндлиха в интервале равновесных концентраций 0.15 – 0.9 г.л$^{-1}$ для Cu^{2+}, 0,10 – 0,8 г.л$^{-1}$ для Zn^{2+}, 0,05 – 0.3 г.л$^{-1}$ для Cd^{2+} и 0.04 – 0.6 г.л$^{-1}$ для ионов Pb^{2+}. Аналогичные результаты были получены и Hg^{2+} и Ag^{+}-ионов. При этом максимальные величины сорбции указанных ионов достаточно различны в широком интервале концентраций и достигают максимального значения 2,51(для Pb^{2+})–7,40 (для Cu^{2+}-ионов) мг-экв.г$^{-1}$. Полученные изотермы описываются уравнениями:

$$A(Cu^{2+})=218,7C_p^{0,23},$$
$$A(Ni^{2+})=204,1C_p^{0,4},$$
$$A(Cd^{2+})=331,0C_p^{0,7},$$
$$A(Ag^{+}) =356,3C_p^{0,72}$$
$$A(Hg^{2+})=384,3C_p^{0,76}$$
$$A(Pb^{2+})=350,1C_p^{0,70}$$

Постоянные, входящие в уравнение Фрейндлиха - $A= b.C_p^{1/n}$ b и 1/n определены графически в координатах $lgA – lgC_p$ (рис.1).

Применительно к уравнению Темкина изотермы сорбции изученных ионов описываются следующими уравнениями:

$A(Ni) = 3,55 + 0,22\ln C_p$; $A(Cu) = 3,68 + 0,25\ln C_p$; $A(Ag) = 4,25 + 0,30\ln C_p$;$A(Cd) = 3,95 + 0,28\ln C_p$; $A(Hg) = 4,67 + 4,20\ln C_p$; $A(Pb) = 4,20 + 3,86\ln C_p$.

На основании полученных результатов установлены оптимальные условия сорбционного извлечения изученных ионов из водных растворов катионитом Amberlite GT-73: исходная концентрация ионов металлов в растворе не выше 1,0 г.л$^{-1}$, pH=3,5-4,5. Высокая сорбируемость ионов Hg^{2+} и Ag^{+} указывает на селективность катионита к данным ионам. При сорбции из бинарных растворов с начальной концентрацией 1 г.л$^{-1}$ (0,5гCu^{2+}.л$^{-1}$ и 0,5г Hg^{2+}.л$^{-1}$, 0,5 гCd^{2+}.л$^{-1}$ и 0,5 гAg^{+}.л$^{-1}$, 0,5гHg^{2+}.л$^{-1}$ и 0,5гNi^{2+}) для коэффициента

разделения получены соответственно следующие величины: 8,6, 26,86 и 31,84. Как видно, при совместном присутствии ионов ртути и никеля и кадмия и серебра разделение протекает более эффективно. По-видимому, основной причиной высокой селективности Amberlite GT-73 является взаимодействие ионов ртути и серебра с тиольными группами с образованием более прочных соединений.

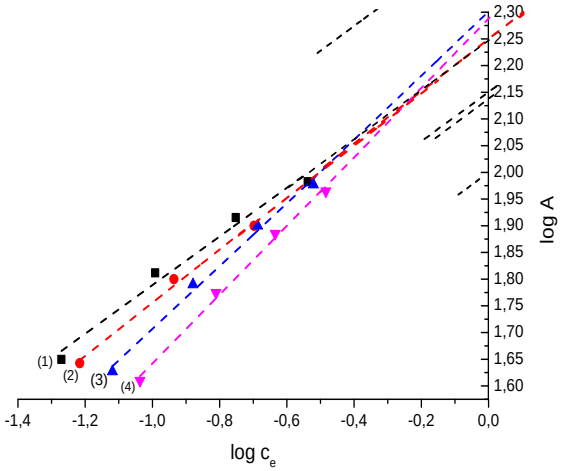


Рис.1. Нахождение параметров уравнение Фрейндлиха: 1-Cu^{2+}, 2-Ag^{+}, 3-Hg^{2+}, 4-Pb^{2+}.

Кинетические исследования показали, что сорбционное равновесие при извлечении катионов металлов из водных растворов их солей устанавливается достаточно хорошо, в течение 1,5-2,5 ч. Вычисленные величины при радиусе зерна в набухшем состоянии 0,063 мм времени полуобмена для ионов Cu^{2+}, Hg^{2+}, Ag^{+}, Cd^{2+} и Pb^{2+} соответственно равны: 25,5, 28,7, 30,6, 33,5 и 40,6 мин. Для экспериментального определения лимитирующей стадии сорбции использовали простой и надежный метод прерывания или метод "кинетической памяти". При внутридиффузионной кинетике после перерыва начальная скорость сорбции выше, чем до перерыва, так как концентрация сорбата в частице сорбента выравнивается и начальный градиент ее возрастает в тем большей степени, чем выше скорость внутренней диффузии. Изменение условий эксперимента (без прерывания и с прерыванием) значительно влияет на скорость сорбции ионов катионитом Amberlite GT-73. Это позволяет сделать вывод о значительной роли внутренней диффузии в изучаемых процессах. При низких степенях достижения равновесия зависимости -lg(1-F) от t отклоняются от прямой, а при высоких приобретают прямолинейный характер, в то время как зависимости F от $t^{1/2}$ при значениях F до 0,35-0,45 представляют собой прямые, исходящие из начала координат. Такая форма рассмотренных зависимостей характерна для ионообменных процессов, кинетика которых определяется внутренней диффузией. О том же свидетельствуют и абсолютные значения критерия Био, которые во всех случаях выше 50. Для увеличения скорости сорбции этих ионов на выбранном ионите целесообразно интенсивно перемешивать систему, а также применять мелкие фракции катионита.

С повышением температуры скорость сорбции ионов на катионите увеличивается, но в разной степени. Так, рост температуры от 23 до 53°C вызывает увеличение эффективных коэффициентов диффузии изученных ионов в среднем в 1,7-2,7 раза на катионите. Повышение температуры более отчетливо сказывается при сорбции ионов свинца и кадмия, т.е. чем выше энергия активации, тем в большей степени изменяется скорость сорбции при изменении температуры. Найденные значения эффективной энергии

активации типичны для ионообменных процессов, протекающих во внутридиффузионной области (рис.2).

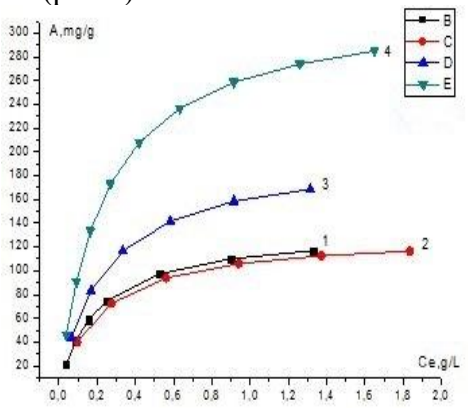


Рис.2.Изотермы сорбции Cu^{2+}(1), Pb^{2+}(2), Ag^{+}(3) и Hg^{2+}(4)-ионов катионитом в H^{+} -форме

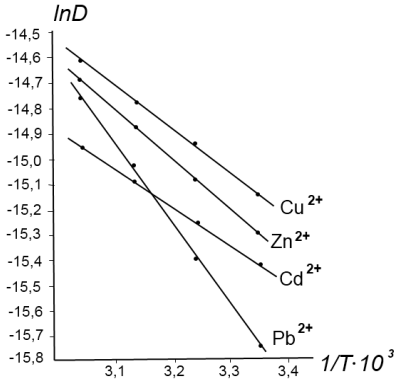


Рис.2.Зависимость эффективных коэффициентов диффузии от обратной температуры

Термодинамическое описание обмена изученных ионов катионитом Amberlite GT-73 было проведено при допущении идеальности твердой фазы, т.е. без учета коэффициентов активности ионов в сорбированном состоянии. Сорбция всех катионов при комнатной температуре проходит с выделением тепла ($\Delta H<0$). Экспериментальные данные подтвержда ют тенденцию уменьшения энтропии при возрастании селективности сорбции. Величина энтропийного множителя для ионов меди меньше коэффициент внутренней диффузии-$7{,}8.10^{-8}$ $см^2$/сек), чем для других ионов. Это говорит о более быстром установлении сорбционного равновесия, что подтверждается опытными данными. Полученные данные подтверждают тот факт, что для ионообменных процессов, идущих с высокой скоростью и селективностью, значения термодинамических параметров минимальны [11], т.е. во всех исследуемых процессах с выделением тепла и уменьшением энтропии системы избирательность управляется энтальпийным фактором.

Таблица. Термодинамические параметры сорбции исследуемых ионов ионитом Amberlite GT-73 в H^{+} - форме

$D_i.10^{-8}$ $см^2$/сек	$D_0.10^{-4}$ $см^2$/сек	E_a, кДж/моль	ΔS^0, Дж/моль.К	ΔH^0, кДж/моль	ΔG^0, кДж/моль	$К_{об}$	$\lambda^2 e^{\Delta S/R}$, $см^2$
Cu^{2+} - катионит							
8,40	1,746	18,80	- 45,64	-20,46	-6,95	16,84	$1{,}033.10^{-17}$
Ag^{+} - катионит							
8,10	3,18	20,40	-40,64	-19,79	-7,76	23,44	$1{,}908.10^{-17}$
Cd^{2+} - катионит							
7,70	4,99	21,60	-36,91	-17,38	-6,46	13,80	$2{,}954.10^{-17}$
Hg^{2+} - катионит							
7,40	9,97	23,40	-31,15	-17,49	-8,17	25,66	$5{,}90\ .10^{-16}$
			Pb^{2+} - катионит				
7,00	0,25	25,80	-23,51	-14,30	-7,34	19,79	$1{,}48\ .10^{-16}$
			Ni^{2+}-катионит				
8,80	1,37	18,10	-47,62	-20,62	-6,53	14,22	$8{,}143.10^{-17}$

Различие в поведении изученных ионов при сорбции катионитом может быть использовано для решения различных задач аналитической, препаративной и прикладной химии. Тот катионит может быть рекомендован для сорбционного выделения ртути и серебра из многокомпонентных растворов и при очистке сточных вод для достижения остаточной концентрации указанных ионов в пределах ПДК.

Одним из важнейших в теоретическом и практическом отношениях результатом проделанной работы является доказательство взаимосвязи селективности сорбции и кинетической способности ионита: увеличение кинетической проницаемости катионита сопровождается увеличением избирательности сорбции, т.е. в системах, изученных нами, основной вклад в определение высокой избирательности на изученном катионите вносит уменьшение энтропии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шварценбах Г., Флашка Г. Комплексонометрическое титрование.М:, Химия, 1970. 360с.
2. Коростелев П.П. Титриметрический и гравиметрический анализ в металлургии. Справочное издание: Металлургия, 1985.-320 с. (с.75)
3. Афзалетдинова Н.Г., Чумакова Г.Р., Муринов Ю.И. и др. Исследование сорбции серебра из азотнокислых растворов полиоксимакротиацикланом /ЖНХ, 1987, т.32, вып.11, с.2757-2762
4. Boyd G.E., Adamson A.W., Myers L.S. Ion exchange adsorption of ions from aqueous solutions by organic zeolites/ II. Kinetics 1. J. of the American Chemical Sosiety . 1947, Nov; 69(11):2836-48. DOI: 10.1021/ja01203a066
5. Кокотов Ю.А., Пасечник В.А.Равновесие и кинетика ионного обмена.Л.:Химия,1970.336 с.
6. Barrer R.M., Bartholemew R.F., Rees L.V.C. Ion exchange in porous crystals. part 1.Self- and exchange-diffusion of ions in chabazites / J. of Physics fnd Chemistry of Solids. 1963, Jan.$ 24(1): 51-62. DOİ:10.1016/ 0022-3697 (63) 90041-6
7. Glasstone S., Laidler K., Eyring H. The Theory of Rate Processes. N.Y. and London: Princeton University, 1941, p.501
8. Большова Т.А., Брыкина Г.Д., Гармаш А.А.В. и др. (всего 12 автор). Основы аналитической химии. В 2-х т. Т.1: учеб для студ. Учреждений высш.проф.образования;под ред.Ю.А.Золотова —5-е изд., стер..-М.:Издательский центр «Академия», 2012.-384с.
9. Catalogue sigma-aldrich.com/supelco, 2003/2004, p.452
10. Углов А.Н., Bessmertnykh-Lemeune A., Guilard R., Аверин А.Д., Белецкая И.П. Оптические методы обнаружения ионов тяжелых мталлов /Успехи химии,2014, т.83, N3, с.196-224
11. Dursun A.Y. A comparative study of determination of tht equilibrium, kinetic fnd thermodynamic parameters of biosorption of copper(II) and lead(II) ions onto pretreated Aspergillus niger /Biochem. Ehg. J., 2006, vol.28, p.187-195

Заявление

Рукопись не была представлена в какой-либо другой журнал или на конференцию

Заявление о раскрытии информации

В статье нет потенциальных конфликтов интерес авторов

Финансирование

Данное исследование не получало никаких специальных грантов от финансирующих агентств в государственном, коммерческом или некоммерческом секторах

Вклад авторов

Все авторы внесли свой вклад в анализ данных, составление и редактирование статьи и согласились нести ответственность за все аспекты этой работы.

Extraction of mercury(ii), silver and some metal-ions from water solutions by sorption method weak-acid resin Amberlite GT-73

RESUME

Equilibrium and kinetic-thermodynamic indices of sorption of Cu^{2+}, Hg^{2+}, Ag^{+}, Pb^{2+}, Ni^{2+}, Co^{2+}, Zn^{2+}, Cd^{2+}-ions by ion exchanger Amberlite GT-73 of thiol group are estimated. Sorption isotherms in the concentration range of 0.25-2.50 g Me2+/l are investigated. The highest convergence of experimental data with calculated ones is obtained using the linearized Langmuir equation. As a result of the curve analysis, the parameters of the equations of the main models of sorption isotherms (Langmuir, Freundlich, Temkin models) were determined, describing the extraction of metal ions by the specified ionite. The affinity of mercury (II) and silver to the surface of the ionite is much greater than the affinity of other ions. It was established that the sorption of the studied ions on the studied sorbents is best described by the Langmuir model. The values of activation energy, the linear dependence of the degree of exchange-F on t1/2, and also the data on the decrease in the exchange rate with increasing diameter of the sorbent grains indicate intra-diffusion kinetics. The enthalpy of the processes was determined by the ratio of the released amount of heat to the amount of sorbed ions. The processes of ion absorption in the studied concentration range are exothermic and are characterized by a decrease in exothermicity as the ions are absorbed. The processes are accompanied by a negative change in entropy, which is minimal at 318-328K. The obtained data confirm the tendency of entropy decrease with increasing sorption selectivity.

Civə(II), gümüş və bəzi metal-ionlarinin su həlllərindən sorbsiyon üsulla alinmasi zəfi tuşu qatran Amberlit GT-73

Fazil Rəhimli[1], Nigar Məmmədova[2]

[1]Neft-kimya üzrə fəlsəfə doktoru, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan, fazil.rahimli97@gmail.com, https://orcid.org/0009-0006-3970-308X

[2]PhD, dosent, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan, nigar_mammadova_73@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-8508-8192

XÜLASƏ

Cu2+, Hg2+, Ag+, Pb2+, Ni2+, Co2+, Zn2+, Cd2+ ionlarının Amberlite GT-73 tiol qrupu ion dəyişdiricisi ilə sorbsiyasının tarazlıq və kinetik-termodinamik göstəriciləri qiymətləndirilir. Sorbsiya izotermləri 0,25-2,50 q Me2+/l konsentrasiya diapazonunda tədqiq edilmişdir. Eksperimental məlumatların hesablanmış məlumatlarla ən böyük yaxınlaşması xəttiləşdirilmiş Langmuir tənliyindən istifadə etməklə əldə edilmişdir. Əyrilərin təhlili nəticəsində müəyyən edilmiş ion dəyişdirici ilə metal ionlarının çıxarılmasını təsvir edən sorbsiya izotermlərinin əsas

modellərinin (Lenqmuir, Freundlix, Temkin modelləri) tənliklərinin parametrləri müəyyən edilmişdir. Civə (II) və gümüşün ion dəyişdiricinin səthinə yaxınlığı digər ionların yaxınlığından qat-qat böyükdür. Müəyyən edilmişdir ki, tədqiq olunan ionların tədqiq olunan sorbentlər üzərində sorbsiyası ən yaxşı Lenqmuir modeli ilə təsvir edilmişdir. Aktivləşdirmə enerjisinin dəyərləri, F mübadilə dərəcəsinin t1/2-dən xətti asılılığı, həmçinin sorbent taxıllarının diametrinin artması ilə mübadilə kursunun azalması ilə bağlı məlumatlar diffuziyadaxili kinetikadan xəbər verir. Proseslərin entalpiyası buraxılan istilik miqdarının sorbsiya edilmiş ionların sayına nisbəti ilə müəyyən edilmişdir. Proseslər 318-328K-da minimal olan entropiyanın mənfi dəyişməsi ilə müşayiət olunur. Alınan məlumatlar sorbsiya seçiciliyinin artması ilə entropiyanın azalması tendensiyasını təsdiqləyir.

Açar sözlər: *Amberlite GT-73, sorbsiya, metal ionları, kinetika, termodinamika*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0257

ОКИСЛИТЕЛНОЕ ГИДРОКСИГАЛОГЕНИРОВАНИЕ C_5 ЦИКЛООЛЕФИНОВ И СИНТЕЗ АМИНОСПИРТОВ НА ОСНОВЕ ПРОДУКТОВ РЕАКЦИИ И ИХ СВОЙСТВА

О.А. Садыгов[1], Х.М.Алимарданов[2], Н.А. Пашабейли[3]

[1,2,3] Институт Нефтехимических Процессов им. академика Ю.Г.Мамедалиева Министерства Наука и Образования Азербайджанской Республики
[1,2,3]Лаборатория химии алициклических соединений
[1]Главный научный сотрудник, д.х.н., доцент, omarsadiqov@gmail.com, ORCID ID https://orcid.org/0000-0002-1774-2997
[2]Зав. лаборатории, ведущий научный сотрудник , член.-корр., профессор, hafiz_alimardanov@yahoo.com ORCID ID https://orcid.org/0000-0003-1392-5603
[3]Докторант, старший научный сотрудник , narminpashabayli@gmail.com, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-8037-8253

РЕЗЮМЕ

Осуществлен синтез и исследован механизм реакции окислительного гидроксигалогенирование индувидуальных изомеров метилциклопентена в сопряженной системе реагентов циклоолефин $+H_2O_2$ + HX. Установлено, что образующегося в режиме «in situ» электрофильные интермедиаты (HOX, X=Cl,Br) присоединяется к кратной связи циклоолефина с образованием соответствующих гидроксихлор/бромидов. Далнейшем замещением атома галогена в щелочной среде на амин группы получены N-замещенные метил циклопентанолы. Найдено, что селективность реакции замещения зависит от изменения температуру и значении pH среды. Изменением соотношения скоростей образования и расходования електрофильных интермедиатов возможно урегулировать выхода гидроксигалогенидов и она достигает максимума в случае превосходства скорости его расходования. Изменением значений pH среды реакции замещение его можно направить, как в сторону аминолиза с образованием соответствующего амин спирта, так и в сторону дегидрогалогенирование образованием эпоксида. Рассмотрен механизм и лимитирующей стадией реакции окислительного гидроксигалогенирование является присоединение образующийся в режиме «in situ» электрофильных интермедиатов (HOX, X=Cl,Br) к кратной связи циклоолефина. С целью получения сравнимых данных состава амин спиртов был осущетствлен встречный синтез эпоксидов иэомеров метилциклопентена трасформация которых с первичными или вторичными аминами привела к идентичным аминоспиртам без изменения их структуры. Строение продуктов реакции доказано при помощи элементного анализа и ИК, ^1H и ^{13}C ЯМР спектроскопии. Синтезированные амин спирты были протестированы в качестве антимикробных присадок к моторному маслу М-10 и эмульсионно - охлаждающий жидкости «Азерол-5». Результаты тестирования показы-вают, что некоторые представители этого класса соединений в количестве 0.25 – 1.0 % проявляют защитную свойства.

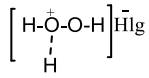
Ключевые слова: *бромметилциклопентанол, индуктивное, аминометилциклопента-*

нол,электрофльный интермедиат, эпоксидирование, антимикробное и бактерицидные свойства.

ВВЕДЕНИЕ

Использование принципа совмещенных реакций с участием пероксида водорода для функционализация алифатическим и алициклическим непредельных углеводородов в настоящее время является развивающим и приоритетным направлением, и способствуют развитию органического и нефтехимического синтеза. Привлечение алициклических непредельных C_5–C_{12} углеводородов путем окислительного превращения их в сопряженной системе реагентов имеет огромный научный и практический потенциал. На их основе рзрабатывается новые методы синтез биологически активных соединений [1], лекарственные препараты с широким спектром свойств [2-7] , материалов технического назначения, обладающие бактерицидными, противовирусными и антимикробными свойствами [4,8].

Путем окисления C_6–C_{12} циклоолефинов системами, индуцирующими электрофильные интермедиаты, в частности HOX (X=Cl,Br) является перспективным методом, позволяющим придать различные функциональные свойства исходным реагентам без изменения их углеродной структуры. Особенно широкое исследование проводится по синтезу полифункциональных соединений OH, NH_2,-S и.т. группами, содержащими моно- и полициклические структурные фрагменты [9-12].

Ранее нами были рассмотрены результаты по синтезу аминоспиртов на основе углеводородов в циклогексеного [13], бицикло[2.2.1]гепт-5-еного [14], а также макроциклического [15] рядов путем присоединения в режиме *in situ*, образующихся активных метастабильных комплексов  (МСК) кратной связи субстратов, с последующим замещением атома галогена первичными или вторичными аминами.

Сведения о получении амин спиртов циклопентановым структурным фрагментам в окислительной системе с использованием пероксида водорода и растворов галоген водородных кислоты в сопряженной системе реагентов литературе весьма ограничены. Пероксид водорода характеризуется высоким окислительным потенциалом, эффективностью взаимодействия с различными веществами в мягких условиях синтеза, а также экологической чистотой продуктов его восстановления [16]. В настоящие время в промышленности внедряются новые прогрессивные технологии производства пероксида водорода [17], что делает его еще более привлекательным для органического синтеза.

Целью данной работы является получение аминоспиртов на основе продуктов окислительной гидроксигалогенирования измеров метилцикло

пентена в системе H_2O_2 +HX + циклоолефин с последующим замещением атома галогена первичными или вторичными аминами.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Получение аминоспиртов через стадии окислительной гидроксигалогенирования индивидуальных изомеров метилциклопентена (МЦПЕ) с участием водных растворов H_2O_2 и HBr,HCl кислоты протекает в гетерофазной системе в вода - органическом слое.

При стационарных условиях без перемешивания реакционной массы из за диффузионных факторов реакция протекают с не заметной скоростью, т.е. практически

происходит не продуктивное расходование (разложение) перекисных компонентов реакции.

В начальной стадии процесса H_2O_2 при температуре (20-40°C) в водной фазе взаимодействует с HBr или HCl кислоты и окисляет их до електрофильного активного HOX (МСК) (схема I). Так как в нашем случае образование МСК происходит в водной среде из за плохой растворимости HOX, что без перемешивания переход его из водной фазы в органическую фазу затруднительно и реакция гидроксигалогенирование в основном протекает на границе раздела фаз. Повышение скорости вращение реакионной смеси в интервале 450-600 об/мин., снимают внутри молекулярную диффузии и переход МСК в органическую фазу облегчается и его атаку к кратной связь субстрата что способствуют образованию активного переходного комплекса (В), распад последнего приводит к соответствующим галогенгидрином. Во второй стадии в щелочной среде в растворе изопропилового спирта замещение атома галогена на аминогруппу приводит к образованию аминоспиртов с циклопентановым фрагментом по схеме:

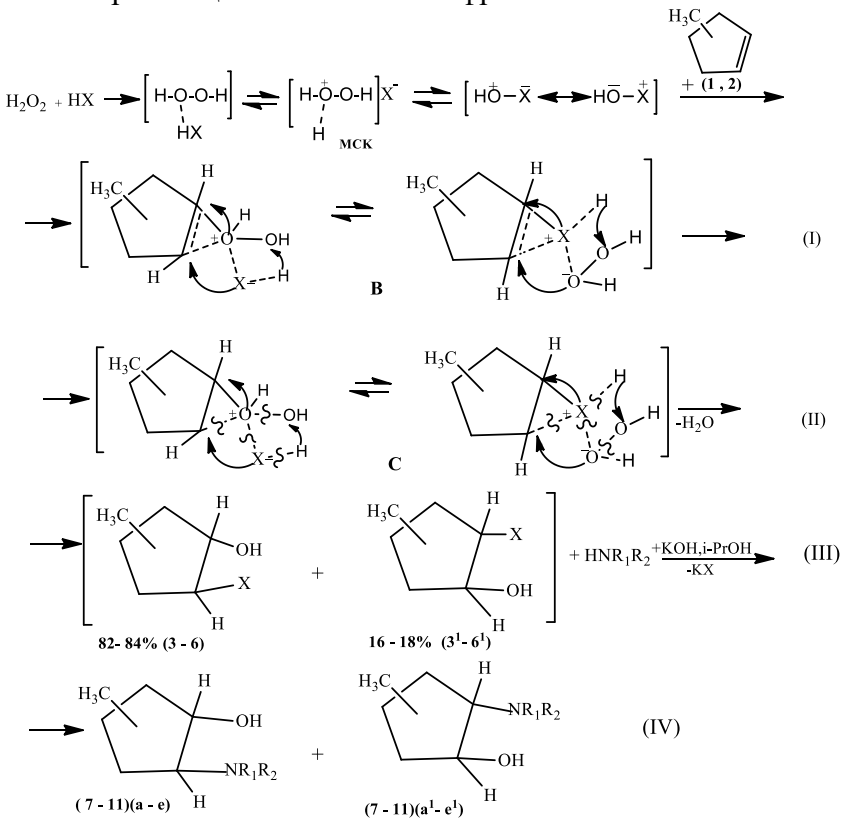


Схема 1 где: X=Cl 1-CH_3 (1,3,5): X=Br, 3-CH_3 (2,4,6); $R^1 = R^2 = C_2H_5$ 7(a,a^1); R^1 = H,R^2 = C_4H_9 8(b,b^1), 9C_6H_{11} (c,c^1); $R^1 + R^2$ =(- CH_2-)$_5$ 10(d,d^1), (- CH_2-CH_2-)O 11(e,e^1).

Из предложенного механизма реакции окислительного гидроксигалогенирования необходимо отметит, что по всей вероятности формирование переходного комплекса (В) по маршруту (I), возможно тогда, когда в момент образования МСК последовательно происходила перераспределение электронной плотности и отщепление молекулы воды с образованием активных электрофильных интермедиатов (HO^+——X^- ↔ HO^-——X^+)

соблюдением микроскопической обратимости. Образование HOX (HOCl или HOBr) в условиях реакции нами подтверждено йодометрическим методом титрования. По мнению авторов и по вероятному механизму реакции, образование изомерных продуктов возможно связано формированием такого переходного комплекса (В) в окислительной системе сопряженных реагентов. Необходимо отметит, что реакция образование гидроксигалогенидов лимитируется первой стадии процесса.

Известно, что в молекуле изомеров МЦПЕ -CH_3 группа в основном расположена в *цис*- форме с преобладанием наиболее выгодной конформации псевдо экваториальной ориентации [18]. По конформации молекулы изомеров МЦПЕ является не плоский и реагирует с МСК в наиболее выгодной форме «конверта» [18] и атакует кратную связь субстрата преимущественно «сверху» формируя активный переходной комплекс (АПК). По видимому, при гидроксигалогенировании изомеров МЦПЕ АПК оказывается менее напряженным и к присоединению элементов активного МСК: положительного кислорода и нуклеофильного фрагмента галогена X^- и на оборот положительного галогена X^+ и нуклеофильного фрагмента OH^- к двойной связи субстрата и контролируется положением CH_3 группы и структурно-конформационной направленностью атакующих частиц, аналогично нуклеофильному раскрытию оксиранового кольца в эпоксидных соединений по правилу Фюрста-Платтнера [19,20]. При этом электрофильная часть интермедиата (HOX) кислорода или галогена присоединяется к двойной связи через стадии образования псевдо оксиранового фрагмента формированием активного переходного комплекса (АПК)(В) с последующем распадом на изомерные продукты реакции. Следует, отметит, что присоединение положительно заряженной части электрофильного интермедиата (HOX) преимущественно происходит по углеродному атому, содержащей -CH_3 группу (в случае 1-CH_3- ЦПЕ). В случае 3-CH_3-ЦПЕ алкильный заместитель удален от кратной C=C связь и он практически мало влияет на реакционную способность субстрата и на ориентацию элементов интермедиата.

Окисление HX происходит при небольшом мольном избытке пероксида водорода (1.5-2.0) на один моль HX кислоты, который позволяет иметь стабильную концентрацию активного МСК до завершении процесса в реакционной зоне, что обеспечивает высокую конверсию превращения исходных субстратов и продуктов реакции.

При использование водного раствора в концентраций 6.0-8.0% для HBr и 11-14% для HCl кислоты практически основными продуктами реакции при температуре 30-40°C является изомерные галогенгидрины МЦПЕ с содержанием незначительного количества двухатомного спирта. Увеличение концентрации исходной HBr выше 10 % и HCl кислоты 15% и температуры реакции в интервале 50-60°C является нецелесообразным, так как селек-тивность реакции по целевым продуктом резко снижается, и интенсифицируется образование дихлор- или дибром-производных изомеров МЦПЕ. При использовании более разбавленного раствора H_2O_2 (15-20%-ного) реакция протекает с большим индукционным периодом (до 1.5 час).

В реакции замещения атома галогена в изомерах гидроксибром(хлор)ида МЦПЕ аминогруппой существенное влияние на выход аминоспиртов оказывают температура реакции и значение pH-среды (рис.1 и 2). Наиболее высокая селективность по аминоспиртам (57.0-82.0%) достигается при температуре 40-60°C и pH 9.5-11.0. При более жестких условиях, доминирующим реакции является процесс дегидрогалогенирвание с образованием соответствующих эпоксидов. Выход последнего при температуре 60-80°C и

pH 11 достигает 35-75% (Рис. 1 и 2).

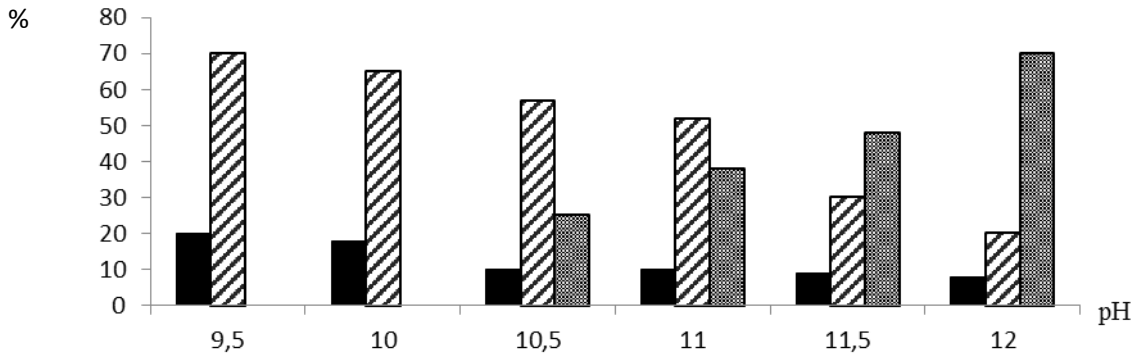


Рис. 1.Влияние pH среды на аминолиз 2-бром-1-метилциклопентан-1-ола пиперидином (T, 50°C)

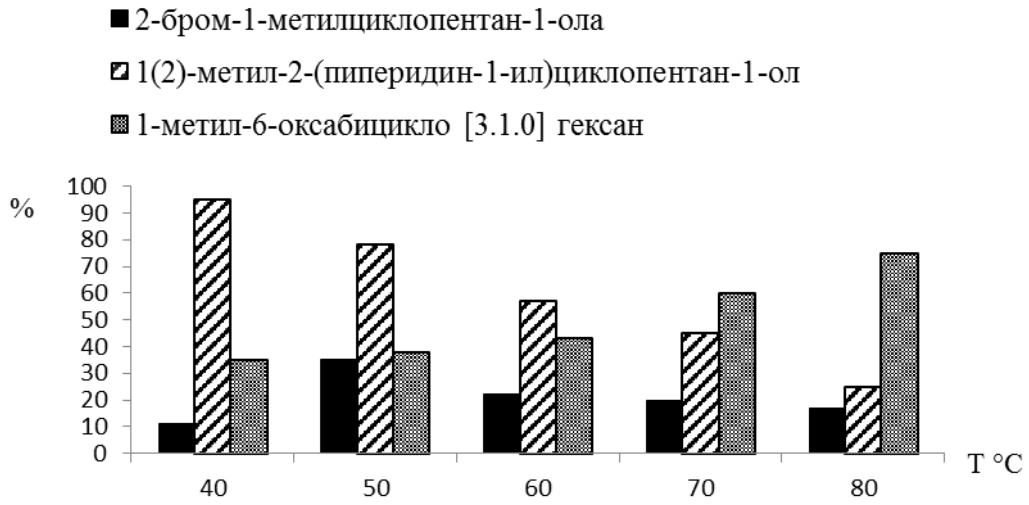
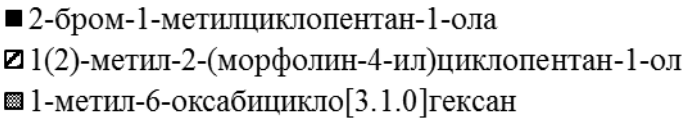


Рис. 2. Влияние температуры на аминолиз 2-бром-1-метилциклопентан-1-ола морфолином (pH=11,0)



С целью выявления структурных особенностей аминоспиртов, полученных аминолизом гидроксибромидов и эпосидов МЦП с вторичными аминами нами был проведен встречный синтез эпоксидов изомеров МЦП по известной методике [21] с участием HCOOH или CH_3COOH и аддукта пероксида водорода с карбамидом, 30%-ого диоксанового или 35% водного раствора H_2O_2 при мольном соотношении МЦП: окислитель: RCOOH=1:1-2:0,2-0,4 и температуре 40-55°C, с использованием сульфокатионита КУ-2х8 или (КУ-2х23) в качестве катализатора.

В случае эпоксидирование индивидуальных изомеров МЦПЕ 30%-ным диоксановым раствором пероксида водорода или его аддукта с мочевной, основными продуктами реакции являются эпоксиды (76% и 82%).

При использовании водных растворов пероксида водорода, основными продуктами реакции являются двух атомные спирты (до 80.5%).

В продуктах эпоксидирование изомеров МЦПЕ в основном, образуются продукт *цис*-расположением CH_3 и оксираноые группы, трансформация последних аминами (пиперидином или морфолином) приводит практически к идентичным аминоспиртам (7-11) (а-е), как и в случае, полученными аминолизом соответствующих галогенгидринов изомеров МЦПЕ по схеме:

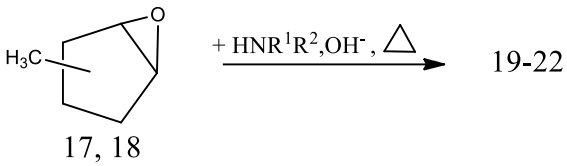


Схема 2

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Изомеры метилциклопентенов МЦП были получены разработанной нами по известной методике [17] путем дегидратацией циклогексанола в циклогексен и изомеризации последнего при 430-450^{0}C над активной γ-Al_2O_3, предварительно модифицированного соединениями циркония и объемной скоростью 0.5 ч$^{-1}$. Индивидуальные изомеры выделены из продуктов дегидратации и изомеризации четкой ректификацией, и было выделено 65% 1-CH_3-ЦП (Т.кип.75^0 C, $П_D^{20}$ 1.4333, d_4^{20} 0.7869) и 35% смесь 3- и 4- CH_3-ЦПЕ (Т.кип.65^0 C, $П_D^{20}$ 1.4222, d_4^{20} 0.7624). По данным газожидкостного хроматографического (ГЖХ) анализа чистота 1- CH_3-ЦПЕ составляет 99.5% а 3- CH_3-ЦПЕ содержит незначительное количества 4- CH_3-ЦПЕ.

Реакцию гидроксигалогенирования индивидуальных изомеров метилциклопентена и аминолиз синтезированных гидроксигалогенидов изомеров МЦПЕ проводили в стеклянном реакторе по ранее разработанной методике [13-15]. Эпоксидирование индивидуальных изомеров МЦПЕ проводили также по известной методике [21].

Строение полученных соединений подтверждали с помощью ИК-, ЯМР ^{1}H, ^{13}C спектроскопии и элементного анализа[22-25].

ГЖХ анализы проводили на хроматографе Цвет-500 с ПИД колонка 2000х3 мм. фаза – полиэтиленгликольсукцинат (ПЭГС) на хромосорбе (5 мас %), газ-носитель – азот, т.кол =120-140°C, т.$_{исп}$ =220-240°C.

ИК-спектры синтезированных соединений снимали на Фурье-спектрометре Alpha в диапазоне 400-4000 см$^{-1}$ в виде суспензий в вазелиновом масле и таблетках KBr. Спектры ЯМР ^{1}H и ^{13}C зарегистрировали на импульсном Фурье-спектрометре фирмы “Bruker” при рабочей частоте 300.18 и 75 МГц, соответственно в растворителе CHD_3. В качестве внутреннего стандарта использовали сигнал дейтерий-хлороформа CHD_3 (δ_H7.25, δ_C 77.00 м.д.) при комнатной температуре. Элементный анализ выполнен на приборе «Tru Space Micro Leco Corporation» (USA).

В опытах использовали коммерческие амины фирмы Alfa Aesar (A. Johonson Malthey Co) н-бутил- и диэтиламины, пиперидин, морфолин и H_2O_2, HBr , HCl кислоты а также циклогексанол, HCOOH, CH_3COOH «хч».

2-Хлор-1(2)-метилциклопентан-1-ол (3,3^1) (моль. соотн. = 70: 30) получен из 8.2 г (0.1 моль) 1-CH_3- ЦПЕ. Выход 10,65 г (79.2%). т. кип. 56-57°C (5 мм Hg. ст.). ИК – спектр

ν. см$^{-1}$: 3412(ν.OH), 2937(ν^s, CH_3), 2860, 2848 с (ν^s,CH_2),1478,1448,1433 (δ,CH_2),1360,1322 (δ,CH), 1268, 1254 (δ,CH_2), 1179,1120,1070,1033 (δ,OH), 718-841 (C-Cl) [20,21]. Найдено, %: C 53.64; H 8.25; Cl 26.48. $C_6H_{11}ClO$. Вычислено. %: C53.53; H 8.16; Cl 26.39.

2-Хлор-3(5)-метилциклопентан-1-ол (5,5^1) (моль. соотн.= 73:27) получен из 8.2 г (0.1 моль) 3- CH_3-ЦПЕ. Выход 11,3 г (83.8%), т.кип. 47-48° C (5 мм Hg. ст.). ИК – спектр ν. см$^{-1}$: 3392 (ν.OH), 2935 (ν^s ,CH_3), 2861 с (ν^s,CH_2),1448 (δ,CH_2),1360,1322 (δ ,CH), 1268,1254 (δ,CH_2), 1179,1120,1070, 1033 (δ,OH), 738- 810 (C-Cl) [20,21]. Найдено, %: C 54.05; H 8.36; Cl 26.63. $C_6H_{11}ClO$. Вычислено,%: C53.53; H 8.16; Cl 26.39.

2-Бром-1(2)-метилциклопентан-1-ол (4,4^1) (мольное соотношение = 70: 30) получен из 8.2 г (0.1 моль) 1-CH_3- ЦПЕ. Выход 12,42 г (69.4%). т. кип. 73-75°C (0.33 кПа). ИК спектр ν. см$^{-1}$: 3545. 3412(ν.OH), 2937(ν^s, CH_3), 2860, 2848 с (ν^s,CH_2),1478,1448,1433 (δ,CH_2),1360,1322 (δ,CH), 1268, 1254 (δ,CH_2), 1179,1120,1070,1033 (δ,OH), 684-663 (C-Br) [21,22]. ЯМР ^{1}H, (CHD_3), δ, м.д.: 1.31с (3H, CH_3), 1.48-2.13 м (6H. 3CH_2), 3.49 т (1H. HCBr. ^{1}J 7.1 Гц), 3.67 уш.с. (H, OH) [22,23]. Найдено. %: C 40.63; H 6.56; Br 44.proces $C_6H_{11}BrO$. Вычислено. %: C40.22; H 6.15; Br 44.69.

2-Бром-3(5)-метилциклопентан-1-ол (6,6^1) (мольное соотношение = 73:27) получен из 8.2 г (0.1 моль) 3- CH_3-ЦПЕ. Выход 13,2 г (73.6%), т.кип. 70-71° C (0.33 кПа). ИК – спектр ν. см$^{-1}$: 3392 (ν.OH), 2935 (ν^s ,CH_3), 2861 с (ν^s,CH_2),1448 (δ,CH_2),1360,1322 (δ ,CH), 1268,1254 (δ,CH_2), 1179,1120,1070, 1033 (δ,OH),688-641 (C-Br) [21,22]. ЯМР ^{1}H, (CHD_3), δ, м.д.: 1.32с (3H, CH_3), м.д.: 1.06д (3H. CH_3 ^{3}J 7.3 Гц), 1.79 д (1H, $\underline{H}CCH_3$ ^{1}J 6.9 Гц),1.38-1.62 м (2H. CH_2),1.88 т (1H.CH_a $\underline{H}$ $_b$), 2.12 т (1H ,$C\underline{H}_aH_b$), 3.51 т (1H. HCBr. ^{1}J 7.1 Гц), 3.61 уш.с. (H. OH), 3.66 д (1H,$\underline{H}$COH, ^{1,2}J 7.1, 6.7 Гц) Найдено, %: C 40.45; H 6.36; Br 44.70. $C_6H_{11}BrO$. Вычислено,%: C40.22; H 6.15; Br 44.69.

2-(Диэтиламино)-1(2)-метилциклопентан-1-ол7(a,a^1)(моль. соотн. 70:30) получен из 5.37г (30ммоль) смеси изомеров **4, 4^1** 2- бром-1(2)-метилциклопентан-1-ола и 7.3 г (100 ммоль) диэтиламина. Выход 4.22 г (82%). т.кип. 107-109°C (2.5 мм рт.ст.). ИК спектр. ν.см$^{-1}$: 3545. 3412(ν.OH), 3125 ср (C-N), 2937(ν^s, CH_3), 2860, 2848 с (ν^s,CH_2),1478,1448,1433 (δ,CH_2),1360,1322 (δ,CH), 1320. 1280. 1250(ν, C-N), 1268, 1254 (δ,CH_2), 1179,1120,1070,1033 (δ,OH), Спектр, ЯМР ^{1}H, (CHD_3), δ. м.д.: 1.05т (6H. 2CH_3. ^{3}J 8.3 Гц), 1.33с (3H. $C\underline{H}_3$C-OH). 1.47-1.78м (6H. 3CH_2). 2.45д [4H.CN<($C\underline{H}_2CH_3$)$_2$. ^{3}J 7.3 Гц]. 2.73 т (1H. HC- N< . ^{1}J 7.3 Гц), 3.67 уш.с. (1H.OH). ЯМР ^{13}C, (CHD_3), δ_c. м.д.: 77.1[$\underline{C}$N<(CH_2CH_3)$_2$], 75,5 ($CH_3\underline{C}$OH), 50,8 [N<($\underline{C}H_2CH_3$)$_2$], 40,4 (CH_3-COH-$\underline{C}H_2$), 24,8 (-$\underline{C}H_2$ HC-N<), 21,3 ($\underline{C}H_3$COH), 17.4(-$CH_2\underline{C}H_2CH_2$-), 13.8 [N<($CH_2\underline{C}H_3$)$_2$]. Найдено, %: C 70.36; H 12.47; N 8.25 $C_{10}H_{21}NO$. Вычислено, %: C 70.17; H 12.28; N 8.18.

2-(Бутиламино)-1(2)-метилциклопентан-1-ол 8(b,b^1) (моль. соотн. 72:28) получен из 4.7 г (35 ммоль) смеси изомеров 2-хлор-1(2)-метилциклопентан-1-ола **3, 3^1** и 6.6 г (90 ммоль) бутиламина. Выход 3.82 г (74.5%), т.кип.137-9^{0}C (2.5 мм рт. ст.). ИК спектр. ν.см$^{-1}$: 3392 (ν.OH), 3340. 3140 ср. (C-N), 2935 (ν^s ,CH_3), 2861 с (ν^s,CH_2), 1540. 1510 ,1280. 1250 (ν, C-N-H)1448 (δ,CH_2),1360,1322 (δ ,CH), 1268,1254 (δ,CH_2), 1179,1120,1070, 1033 (δ,OH), Спектр, ЯМР ^{1}H, (CHD_3), δ. м.д.: 0.93т [3H. HN(CH_2)$_3$C$\underline{H}_3$)], 1.26 с (3H. $C\underline{H}_3$C-OH). 1.35-1.79 м (10H. 5CH_2). 2.3с (1H. $\underline{H}$N CH_2-), 2.57 д (2H. -NC$\underline{H}_2CH_2CH_2CH_3$. ^{2}J 7.2 Гц). 2.73 т (1H. $\underline{H}$C-NHCH_2- . ^{1}J 7.1 Гц), 3.67 уш.с. (1H. $\underline{H}$OCCH_3). ЯМР ^{13}C, (CHD_3), δ_c. м.д.: 78.5(CH_3HO-$\underline{C}$CHNH-), 70,4(H$\underline{C}$NH-), 48,2 (-N$\underline{C}H_2CH_2$--CH_3), 40,8 (CH_3COH-$\underline{C}H_2$-), 33,4 (-N CH_2 -$\underline{C}H_2$..), 27(-$\underline{C}H_2$HC-NH-), 24,1 ($\underline{C}H_3$COH), 20.4(-HNC$H_2CH_2\underline{C}H_2$-), 14.0 [H-N(CH_2)$_3$ $\underline{C}H_3$)]. Найдено.

% C82.63; H11.75; N 8.19. $C_{10}H_{20}NO$. Вычислено. %: C 82.35; H11.76; N 8.24.

2-(Циколгексиламино)-1(2)-метилциклопентан-1-ол 9(c,c[1]) (моль. соотн.70:30) получен из 5.37 г (30 ммоль) из смеси изомеров 2-бром-3(5)-метилциклопентан-1-ола **6,6[1]** и 8.91 г (90 ммоль) гексиламина. Выход 4.26 г (77.6%), т.пл.99-101^{0}C (из пропан-2-ола). ИК спектр, ν.см$^{-1}$: 3392 (ν.OH), 3340, 3140 ср. (ν, C-N), (C-N), 2935 (ν^s,CH_3), 2861 с (ν^s,CH_2), 1540. 1510, 1280, 1260 (ν,N-H), 1448 (δ,CH_2),1360,1322 (δ ,CH), 1268,1254 (δ,CH_2), 1179,1120,1070, 1033 (δ,OH), Спектр, ЯМР ^{1}H, (CHD_3), δ. м.д.: 1.33с (3H. C$\underline{H}_3$C-OH). 1.16-1.77 м (16H. 8CH_2). 2.1 уш.с (1H. $\underline{H}NC_6H_{11}$-), 2.62 д (1H. HOCH-NC$\underline{H}$- . J 7.2 Гц). 2.76 (1H. HN-C$\underline{H}$-), 3.69 уш.с. (1H.OH). ЯМР ^{13}C, (CHD_3), δ_c. м.д.: 78.5(C^1), 70 (C^2), 41 (C^5), 27,6 (C^3), 24(C$\underline{H}_3$, циклопентил), 60[HN$\underline{C}^1(CH_2)_5$], 34,8(C^2,C^6), 26(C^5), 25.3(C^3, C^5) Найдено. % C73.58; H12.35; N 7.22. $C_{11}H_{23}NO$. Вычислено. %: C 73.96; H12.67; N 7.11.

1(2)-Метил-2-(пиперидин-1-ил)циклопентан-1-ол 10(d,d[1]) (моль. соотн. 70:30) получен из 5.37г (30ммоль) смеси изомеров 2-бром-1(2)- метилциклопентан-1-ола **4, 4[1]** и 7.6г (90ммоль) пиперидина. Выход 4.37 г (79.6%). Т.кип. 142-144°C (2.5 мм. рт.ст.). ИК спектр. ν.см$^{-1}$: 3545. 3412 (ν.OH), 2937(ν^s,CH_3), 2860, 2848 с (ν^s,CH_2), 1620. 1595 (C-N), 1450.1320. 1280.1250 (ν, -N-), 1478,1448,1433 (δ,CH_2),1360,1322 (δ,CH), 1268, 1254 (δ,CH_2), 1179,1120,1070,1033 (δ,OH), Спектр. ЯМР ^{1}H (CHD_3), δ. м. д.: 1.33с (3H, C$\underline{H}_3$CHOH). 1.49-1.77 м (12H, 6 CH_2), 2.48 д (4H.-N<$(CH_2)_2$ ^{2}J 7.3 Гц). 2.73 т (1H. HC–N< ^{1}J 6.9 Гц). 3.67 уш.с (1H.OH). ЯМР^{13}C,(CHD_3), δ_c.м.д.: 77.2($CH_3\underline{C}$HOHN<), 59.0 [HCN<($\underline{C}H_2$-)$_2$], 41(CH_3CHOH$\underline{C}H_2CH_2$-), 26.4 [HCN< ($CH_2\underline{C}H_2$)$_2CH_2$-], 24.8 ($H_2\underline{C}$H-N<), 24.4 [HC-N<(CH_2CH_2)$_2\underline{C}H_2$]. Найдено. % C 71.88; H 11.28; N 7.25 $C_{11}H_{21}NO$. Вычислено. %: C 72.13; H 11.47; N 7.61.

1(2)–Метил-2-(морфолиноциклопентан-1-ол 11(e,e[1]) (моль. соотн.73:27) получен из 17.9 г (0.1 моль) смеси изомеров **4, 4[1]** 2-бром-1(2)- метилциклопентан-1-ола и 9.74 г (112 ммоль) морфолина. Выход 13.95 г (75.4%), т.пл. 91-92.5°C из [$(CH_3)_2$CHOH]. ИК спектр ν.см$^{-1}$: 3545. 3412(ν.OH), 3374.3320. 1620.1596 (ν. CN), 2937(ν^s, CH_3), 2860, 2848 с (ν^s,CH_2),1478,1448,1433 (δ,CH_2),1360,1322 (δ,CH), 1268, 1254 (δ,CH_2), 1179,1120,1070,1033 (δ,OH), ЯМР ^{1}H (CHD_3), δ. м.д.: 1.32 с (3H. C$\underline{H}_3$HCOH). 1.47-1.78 м (6H,3CH_2). 2.74 т [1H. $\underline{H}$CN<(CH_2CH_2)$_2$O. ^{1}J 7.2 Гц). 2.69 д [4H.–N<(C$\underline{H}_2CH_2$)$_2$O. ^{2}J 7.1 Гц]. 3.62 д [4H. –N<($CH_2C\underline{H}_2$)$_2$O. ^{2}J 7.3 Гц]. 3.67 уш.с. (1H. $\underline{H}$OCHCH$_3$). ЯМР ^{13}C, (CHD_3), δ_c. м.д.: 77.1(H$\underline{C}$N<), 66.2 (CH_3 $\underline{C}$OH), 67.3[-N<($CH_2\underline{C}H_2$)$_2$O], 52.8[-N<($\underline{C}H_2CH_2$)$_2$O], 41.0($\underline{C}H_2$ COH CH_3), 24.8 [-$\underline{C}H_2$ CHN<(CH_2CH_2)$_2$O], 21.4 ($\underline{C}H_3$HCOH). Найдено. %: C 65.12; H 10.46. N 7.36 ($C_{10}H_{19}NO_2$).Вычислено.%:C 64.86; H 10.27;N 7.57

2-(Диэтиламино)-3(5)-метилциклопентан-1-ол 12(a,a[1]) моль. соотн.73:27)получен 5.37г (30 ммоль) из смеси изомеров 2-бром-3(5)-метилциклопентан-1-ола **6, 6[1]**и 7.3 г (100 ммоль) диэтиламина. Выход 4.28г (83.5%). т. кип. 106-107.5°C (2.5 мм рт. ст.). ИК спектр ν.см$^{-1}$: 3392 (ν.OH), 2935 (ν^s ,CH_3), 2861 с (ν^s,CH_2), 1658 (NC), 1320.1280.1250 (ν, -N<), 1448 (δ,CH_2),1360,1322 (δ ,CH), 1268,1254 (δ,CH_2), 1179,1120,1070, 1033 (δ,OH), Спектр. ЯМР ^{1}H (CHD_3), δ. м.д.: 0.98 д (3H. C$\underline{H}_3$CHN< ^{3}J 6.7 Гц), 1.05т (6H. 2CH_3. ^{3}J 8.0 Гц), 1.37-1.79 м (4H. 2CH_2), 1.93 к (4H. (C$\underline{H}$ CHN< ^{1}J=^{2}J 7.1, ^{3}J 6.7), 2.43 к (4H. N<($C\underline{H}_2CH_3$)$_2$. ^{2}J 8.2 Гц), 2.73 т (1H. $\underline{H}$CN<), 3.49 к (1H. HC-CH_2- ^{1}J = ^{2}J 7.2 Гц), 3.62 уш.с. (1H. $\underline{H}$OCHCHN<). Найдено. % C 70.46; H 12.37; N 8.23 $C_{10}H_{21}NO$. Вычислено. %: C 70.17; H 12.28; N 8.18.

2-(Бутиламино)-3(5)-метилциклопентан-1-ол13(b,b[1]) (моль. соотн.73:27) получен 5.37 г (30 ммоль) из смеси изомеров 2-бром-3(5)-метилциклопентан-1-ола **6, 6[1]** и 6.6 г

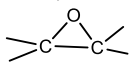
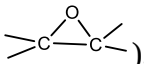
(90ммоль) бутиламина. Выход 3.9 г (76.3%), т.кип.136-7^{0}C (2.5 мм рт. ст.). ИК спектр. ν.см$^{-1}$: 3392 (ν.OH), 3236 ср (C-N), 1540. 1510 (ν,N-H), 2935 (ν^s ,CH_3), 2861 с (ν^s,CH_2),1448 (δ,CH_2),1360,1322 (δ ,CH), 1268,1254 (δ,CH_2), 1179,1120,1070, 1033 (δ,OH),

Спектр, ЯМR ^{1}H, (CHD_3), δ. м. д. : 0.92 т [3H. HN(CH_2)$_3$C$\underline{H}_3$)], 0.98 д (3H. C$\underline{H}_3$CHN-,^{3}J 6,8 Гц). 1.37-1.79 м (8H. 4CH_2). 2.2 уш.с (1H. $\underline{H}$NCH_2-), 2.56 т (2H. HC-NC$\underline{H}_2$-). 2.73 т (1H. $\underline{H}$C-NHCH_2-), 3.46 т (1H. $\underline{H}$COH). 3.60 уш.с. (1H. $\underline{H}$OCCH_3). ЯМР ^{13}C, (CHD_3), δ$_c$. м.д.: 72.4(HO-$\underline{C}$CHNH-), 66,8(H$\underline{C}$NH-), 48,3 (-N$\underline{C}$H$_2$CH$_2$-), 40,2 (CH$_3$-$\underline{C}$H-), 33,4 (-NCH$_2\underline{C}$H$_2$-), 30,4 (COH-$\underline{C}$H$_2$-), 27.8(-$\underline{C}$H$_2$CH$_2$CNH-), 26,9 (-CH$_2\underline{C}$H$_2$CNH-),20.4(-HNCH$_2$CH$_2\underline{C}$H$_2$CH$_3$), ($\underline{C}$H$_3$CHCH$_2$), 14.0 (H-NCH$_2$CH$_2$- CH$_2$ $\underline{C}$H$_3$). Найдено. % C70.1; H12.20; N 8.10. $C_{10}H_{21}NO$. Вычислено. %: C 70.18; H12.28; N 8.18.

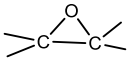
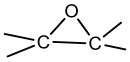
2-(Циклогексиламино)-3(5)-метилциклопентан-1-ол 14(c,c^1) (моль. соотн.73:27)получен 5.37 г (30 ммоль) из смеси изомеров 2-бром-3(5)-метилциклопентан-1-ола **6, 6^1** и 8.91 г (90ммоль) гексиламина. Выход 4.78 г (78.4%),т.пл.76-78^{0}C (из пропан-2-ола). ИК спектр. ν.см$^{-1}$: 3392 (ν.OH), 2935 (ν^s ,CH_3), 2861 с (ν^s,CH_2),1448 (δ,CH_2),1360,1322 (δ ,CH), 1268,1254 (δ,CH_2), 1179,1120,1070, 1033 (δ,OH), 3392 (ν.OH), 2935 (ν^s ,CH_3), 2861 с (ν^s,CH_2), 1510 (ν,N-H), 1280. 1250 (ν, C-N-), 1448 (δ,CH_2),1360,1322 (δ ,CH), 1268,1254 (δ,CH_2), 1179,1120,1070, 1033 (δ,OH), Найдено. % Найдено. % C 73.68; H 12.57; N 7.25. $C_{11}H_{23}NO$. Вычислено. %: C 73.96; H12.67; N 7.11.

3(5)-Метил-2-(пиперидин-1-ил)циклопентан-1-ол 14(d,d^1) (моль. соотн.73:27)получали 5.37 г (30 ммоль) из смеси изомеров 2-бром-3(5)- метилциклопентан-1-ола **6, 6^1** и 7.6 г (90ммоль) пиперидина. Выход 4.35 г (78.4%). т.кип. 142-143°C (2.5 мм рт. ст.). ИК спектр. ν.см$^{-1}$: 3392 (ν.OH), 2935 (ν^s ,CH_3), 2861 с (ν^s,CH_2), 1620. 1595 (CN),2950, 1320.1280 (ν, -N<), 1448 (δ,CH_2),1360,1322 (δ ,CH), 1268, 1254 (δ,CH_2), 1179,1120,1070, 1033 (δ,OH), 3392 (ν.OH), 2935 (ν^s ,CH_3), 2861 с (ν^s,CH_2),1448 (δ,CH_2),1360,1322 (δ ,CH), 1268,1254 (δ,CH_2), 1179,1120,1070, 1033 (δ,OH), Спектр. ЯМR ^{1}H, (CHD_3), δ. м. д.: 1.33с (3H. C$\underline{H}_3$CHOH). 1.43-1.76м (12H. CH_2). 2.48 д [4H. N<(C$\underline{H}_2$)$_2$. ^{2}J 7.4 Гц]. 2.73 т (1H. $\underline{H}$CN< ^{1}J 6.9 Гц). 3.67 уш.с (1H. $\underline{H}$OCCH_3) Найдено. % C 71.88; H 11.28; N 7.4 5 $C_{11}H_{21}NO$. Вычислено. %: C 72.13; H 11.47; N 7.61.

3(5)–Метил-2-(морфолино-4-ил)циклопентан-1-ол 15 (e,e^1) (моль. соотн.=73:27) получили 17.9 г (0.1 моль) из смеси изомеров **6, 6^1** 2-бром-3(5)- метилциклопентан-1-ола и 9.74 г (112 ммоль) морфолина. Выход 14.7 г (77.4 %), т.пл. 92-93.5°C из $(CH_3)_2$COH. ИК спектр,ν.см$^{-1}$: 3392 (ν.OH), 3374. 3320(ν.CN), 2935 (ν^s ,CH_3), 2861 с (ν^s,CH_2), 448 (δ,CH_2),1360,1322 (δ ,CH), 1268,1254 (δ,CH_2), 1179,1120,1070, 1033 (δ,OH). ЯМР ^{1}H, (CHD_3), δ. м. д.: 1.02 д (3H. C$\underline{H}_3$ ^{3}J 6.7 Гц). 1.36-1.79 м (4H. 2CH_2). 1.93 к (IH. $\underline{H}$CCH$_3$, ^{1}J=^{2}J7.1, ^{3}J 6.7 Гц), 3.59 уш.с (1H, OH) для циклопентана, 2.68д [4H. CHN<(CH_2)$_2$, ^{2}J 7.2 Гц], 3.48 к [1H. $\underline{H}$COHCHN< J 7.2 Гц]. <], 3.62 д [4H. O<(CH_2)$_2$ J 7.2 Гц]. Найдено. %: C 65.16; H 10.46. N 7.36 ($C_{10}H_{19}NO_2$).Вычислено.%:C 64.86; H 10.27;N 7.57

1-Метил-6-оксабицикло[3.1.0]гексан (17) получали из 8.2 г (0.1 моль) 1-CH$_3$-ЦПЕ (**1**). Выход 7.7 г (78.6%), Т.кип. 101-102°C (0.33 кПа), n_D^{20}=1.4358, d_4^{20}=0.9734. ИК – спектр ν. см$^{-1}$:2940-2920.2860 (ν^s. CH_2). 2845 (ν^s, CH_3). 1270, 1254 (). Спектр ЯМР ^{1}H. (CHD_3), δ. м.д.: 1.31с (3H. CH_3 ^{3}J 6.9 Гц), 1.48-1.72 м (6H, 3CH_2), 2.53 т (2H, ). Спектр ЯМР ^{13}C, (CHD_3), δ$_c$. м.д.: 69.1(C^5); 67.8(C^1); 38.9 (C^2);16.3 (CH_3); 12(C^3). Найдено.

%: C 73.87; H 10.5; $C_6H_{10}O$. Вычислено. %: C 73.46; H 10.2.

2-Метил-6-оксабицикло[3.1.0]гексан18) получали из 8.2 г (0.1 моль) 3-CH_3-ЦПЕ (**2**). Выход 8.0 г (81.7%), Т.кип. 102-103°C (0.33 кПа), n_D^{20}=1.4365, d_4^{20}=0.9736. ИК – спектр ν. $см^{-1}$:2940-2920, 2860 (ν^s. CH_2). 2845 (ν^s, CH_3). 1270, 1250 (). Спектр ЯМР ^{1}H. (CHD_3), δ. м.д.: 1.03д (3H. CH_3 ^{3}J 6.9 Гц), 1.37-1.72 м (4H, $2CH_2$), 2.15т (1H,HCCH$_3$). 2.54т (2H, ). Спектр ЯМР ^{13}C (CHD_3), δ_c. м.д.: 72.1(C^1); 56(C^5); 39.3 (C^2); 28.5(C^4). 22.7 (C^3); 17.5 (CH_3); Найдено. %: C 73.68; H 10.8; $C_6H_{10}O$. Вычислено. %: C 73.46; H 10.2.

1-Метил-2-(пиперидин-1-ил)циклопентан-1-ол 19(d) получали из 5.49г (56 ммоль) 1-CH_3-6-оксабицкло[3.1.0]гексана (17) и 7.6г (90ммоль) пиперидина. Выход 8.55 г (81.6%). т.кип. 142-144°C (2.5 мм. Hg). ИК спектр. ν.$см.^{-1}$: 3930. 3370 (OH), 2960 (CH_3), 1620. 1595 (CN), 1460.1450 (ν^s CH_2), 1385. 1320. 1250 (ν. –N<)1110. 1096 (δ.OH). Спектр. ЯМР ^{1}H (CHD_3), δ. м.д.: 1.33с (3H. CH_3CHOH). 1.43-1.73м (12H. $6CH_2$). 2.48 д (4H. HCN<(CH_2)$_2$. J 7.4 Гц). 2.73 т (1H. HC–N<$(CH_2)_2$ J 6.9 Гц). 3.67 уш. с (1H. OH). Найдено. % C 71.89; H 11.29; N 7.45 $C_{11}H_{21}NO$. Вычислено. %: C 72.13; H 11.48; N 7.65.

1–Метил-2-(морфолин-4-ил)циклопентан-1-ол 20(e) получили из 5.49 г (56 ммоль) 1-CH_3-6-оксабицкло[3.1.0]гексана (17) и 9.74 г (112 ммоль) морфолина. Выход 8.85 г (83.4%). т. пл. 93-95°C из $(CH_3)_2$CHOH . ИК спектр. ν.$см^{-1}$: 3493 (ν. OH), 3374.3320 (ν. CN), 2950. 2940-2920 (ν. CH_2),1620.1596 (ν. C-N).), 1320.1280.1254 (ν, -N<), 1250.1240. 1180 (COC), 1140.1125 (δ.OH). ЯМР ^{1}H (CHD_3), δ. м. д.: 1.31 с (3H. COHCH_3). 1.43-1.77 м (6H. $3CH_2$). 2.74 т (IH. H- CN< CH_2 ^{1}J 7.2 Гц). 2.69 д [4H. –N<(CH_2 CH_2)$_2$O. ^{2}J 7.1 Гц]. 3.67 д [4H. N<(CH_2CH_2)$_2$ O. ^{2}J 7.3 Гц]. 3.67 уш.с. (H. OH). Найдено. %: C 65.67; H 10.46. N 7.38. $C_{10}H_{19}NO_2$.Вычислено.%:C 64.86; H 10.27; N 7.57

3-Метил-2-(пиперидин-1-ил)циклопентан-1-ол 20(d) получали из 5.49 г (56 ммоль) 2-CH_3-6-оксабицкло[3.1.0]гексана (1**8**) и 7.6г (90 ммоль) пиперидина. Выход 8.2 г (80.3%). т.кип. 140-142°C (2.5 мм рт. ст.). ИК спектр, ν. $см.^{-1}$: 3930. 3370 (OH), 2960 (CH_3), 1620. 1595 (CN), 1450 (CH_2),1385.1320. 1253 (ν. –N-C). 1130 (δ.OH). Спектр. ЯМР ^{1}H (CHD_3), δ. м.д.: 1.33с (3H. CH_3). 1.43-1.73м (12H. $6CH_2$). 2.48 д (4H. N<(CH_2)$_2$. J 7.4 Гц). 2.73 т (1H. HC–N<. J 6.9 Гц). 3.67 уш.с (1H. OH) Найдено. % C 71.88; H 11.18; N 7.25 $C_{11}H_{21}NO$. Вычислено. %: C 72.13; H 11.47; N 7.61.

3–Метил-2-(морфолин-4-ил)циклопентан-1-ол 21(e) получили из 5.49 г (56 ммоль) 2-CH_3-6-оксабицкло[3.1.0]гексана (**8**) и 9.74 г (112 ммоль) морфолина. Выход 8.3 г (79.3%). т.пл. 93-95°C из $(CH_3)_2$CHOH . ИК спектр. ν.$см^{-1}$:3493 (ν. OH), 3374.3320 (ν. CN), 2950. 2940-2920 (ν. CH_2),1620.1596 (ν. CN), 1320. 1280. 1250 (ν, -N<),1300.1240. 1180 (COC), 1130.1089 (δ.OH). ЯМР ^{1}H(CHD_3), δ. м.д. : 1.31 с (3H. CH_3). 1.43-1.77 м (4H. $2CH_2$). 2.74 т [1H. H-CN<$(CH_2)_2$ ^{1}J 7.2 Гц]. 2.68 д [4H. N<(C$H_2$$CH_2$)$_2$O. ^{2}J 7.1 Гц]. 3.69 д [4H. N<(CH_2CH_2)$_2$O ^{2}J 7.3 Гц]. 3.65 уш.с. (H. OH). Найдено. %: C 65.25; H 10.86; N 7.36. $C_{10}H_{19}NO_2$. Вычислено.%:C 64.86; H 10.27; N 7.57

Таким образом, использование пероксида водорода в системы H_2O_2+HHlg (Hlg= Br,Cl)+олефин позволяет проводит реакции синтеза бифункциональное соединение содержащие различные функциональные группу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bergmeier S.C. The synthesis of vicinal aminoalcohols // Tetrahedron. 2000. Vol. 56. N. 17. P. 2561. Doi 101016/S 0040-4020(00)00149-6.
2. Пальчиков В.А. Морфолины. Синтез и биологическая активность// ЖОрХ. 2013, Т. 49, Вып.6. С. 807-831.
3. Машковский М.Д. Лекарственные средства: В 2т- Изд. 14-е, М.: Новая волна 2002. Т.1, 540 с. ; Т.2, 608 с.
4. Tandon V.K., Kumar M., Awashi A.K., Saxena H.O., Goswamy G.K. // Potential hypotensive agents: synthesis and hypotensive activity of oxime ethers derived from 1-naphthoxepines and related compounds. Bioorg. Med.Chem. Volume 14, Issue 12, 3177-3180. https://doi.org/10.1016/ j.bmcl.2004.04.009
5. Kas'yan, L. I., & Pal'chikov, V. A. Cage-Like Amino Alcohols. Synthesis, Reactions, and Application, 2010, Vol. 46, No. 1, pp. 1–42. DOI: 10.1134/S107042801001001X.
6. Liu X., Tang M., Wang L., Chao R. // 2016. Vol. 30. N. 1. P.161. Doi 10.1002/rem.7402.
7. Алимарданов Х.М., Садыгов О.А.,Сулейманова Э.Т., Абдуллаева М.Я., Бабаев Н.Р., Джафарова Н.А. Получение И Исследование Антимикробных свойств аминометилированных производных C_6-C_7 алициклических диолов // ЖПХ, **2009**.Т.82. Вып.7. С.1159-1166.
8. Saiz C., Villamil V., Gonzalez M.M., Rossi M.A., Martinez L., Suscun L., Vila A.J., Mahler G. Enantioselective Synthesis Of New Oxazolidinylthiazolidines As Enzyme Inhibitors. Tetrahedron: Asymmetry. Volume 28, Issue 1, 15 January 2017, Pages 110-117. https://doi.org/10.1016/j.tetasy.2016.11.002
9. Walker D.P.,Eklov B.M..Bedore M.W.// Special Topic Practical Synthesis Of 3-Oxa-6-Azabicyclo[3.1.1]Heptane Hydrotocylate; A Novel Morpholine-Based Building Block. Synthesis, 2012, 44, 2859–2862. https://doi.org 10.1055/s-0032-1316748
10. Kas'yan L.I., Prid'ma S.A., Pal'chikov V.A., Tokar A.V., Tret'yakov S.V., Kas'yan A.O., Turov A.V. Synthesis And Aminolysis Of N-(4-Chlorophenyl)-And N-(2,4- Dichlorophenylsulfonyl)-N-(Glycidyl)Bicyclo-[2.2.1]Hept-5-En-Endo-Ylmethylamines. 2010, T.46, вып: 5, С.637-643.
11. Пальчиков В.А., Святенко Л.К., Плахотний И.Н., Касьян Л.И. Экспериментальное И Теоретическое Изучение Взаимодействия Бицикло [2.2.1] Гепт-5-Ен- Эндо-2-Илметиламина С 2-[(2-Аллилфенокси)Метил]Оксираном // ЖОрХ. 2013. Т. 49. Вып. 5. С. 704.
12. Садыгов О.А., Алимарданов Х.М., Исмаилова Ш.И., Бабаев Н.Р. Однореакторный Синтез N-Замещенных Алкиламиноциклогексанолов Путем Присоединения Электрофильных Реагентов, Образующихся In Situ В Системе H_20_2-Hbr (HCl) // ЖОХ. 2018. Т. 88. Вып. 4. С. 566-573. https://doi.org/10.1134/S1070363218040072.
13. Садыгов О.А., Алимарданов Х.М., Исмаилова Ш.И. Индуктивное Гидроксигалогенирование Бицикло[2.2.1]гептенов и синтез аминоспиртов на основе продуктов реакции // ЖОХ. 2018. Т. 88. Вып. 5. С. 717-723. Doi 10.1134/S1070363218050031.
14. Садыгов О.А., Алимарданов Х.М., Исмаилова Ш.И., Бабаев Н.Р. Синтез Циклододекан И Декагидро-1,4-Этанонафталин Гидроксиаминов // ЖОрХ, 2020.Т. 56. Вып. 6. С.893-899. https://doi.org/10.31857/S051474922006-00063.
15. Беренблит В.М., Бурдин В.В., Вишняков В.М. Химия и технология перекиси водорода. Л.: Химия 1984. 200 с.
16. The Chemical Journal / Химический журнал. 2007. Вып. 12. С.7.
17. Беренблит В.М., Бурдин В.В., Вишняков В.М. Химия и технология перекиси водорода. Л.: Химия 1984. 200 с.
18. Пашабейли Н.А., Садыгов О.А., Однореакторная дегидротация с изомеризаицей циклогексанола в метилциклопентены и синтез аминометилциклопентанлов и исследование их бактерицидных свойств//Azerbaijan Technical University, PROCEEDING, 2024, No.2, pp.111-118.
19. Илиел Э.И., Аллинжер Н.А., Энжиал С.Э., Моррисон Г. Конформационный анализ. М.: Мир,

1969, 592 c
20. Оковитый С.И., Гапонова Р.Г., Платницина Е.Л. //Вопр.хим. и хим. технол. 2001. Вып.1. С.51-56.
21. Kirk D.N. Selectivity in reactions of epoxides.// Chem. Ind. 1973. № 3. p.109.
22. Верешагина Н,В., Антонова Т.В., Абрамов И.Г., Конушкина Г.Ю Альтернативные методы получения эпоксидов ненасыщенных алициклических углеводородов.// Нефтехимия. 2014.Т.54. Вып. 3. С.207-213.
23. Larkin P.J. Infrared and roman spectroscopy principal and spectral interpertation. Stanford, Elsevier. 2011, 230 p.; Поисковая база спектральных данных органических веществ (Spectral database for organic compounds. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology Japan): http:// riodb 01.ibase.aist.go.jp
24. Преч Э., Бюлман Ф., Аффольтер К. Определение строения органических соединений. М.: Мир, 2006, 439 с.
25. Сильверстейн Р., Вебстер Ф., Кимл Д. Спектрометрическая идентификация органических соединений. М.: БИНОМ, Лаборатория знаний. 2011,520 с.
26. Дероум Э. Современные методы ЯМР для химических исследований. М: Мир. 1992. 410 с.

C_5 tsiklolefinlərinin oksidləşdirici hidroksihalogenləşdirilməsi və reaksiya məhsullari əsasinda amin spirtlərin sintezi və onlarin xassələri

O.A.Sadiqov[1], H.M.Əlimərdanov[2], N.A.Paşabəyli[3]

[1,2,3] Azərbaycan Respukblikası Elm və Təhsil Nazirliyinin Y.H.Məmmədəliyev adına Neft Kimya Prosesləri İnstitutu
[1,2,3]Alitsiklik birləşmələr kimyasi laboratoriyası
[1] Baş elmi işçi, k.e.d., dosent, omarsadiqov@gmail.com, ORCID ID https://orcid.org/0000-0002-1774-2997
[2]Laboratoriya müdiri, aparıcı elmi işçi, akademiyanın müxbir üzvü, professor hafiz_alimardanov@yahoo.com
ORCID ID https://orcid.org/0000-0003-1392-5603
[3]Doktorant, böyük elmi işçi narminpashabayli@gmail.com, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-8037-8253

XÜLASƏ

Reagentlərin qoşulmuş sistemində tsikloolefin+H_2O_2+HX fərdi izomerlərinin oksidləşdirici hidroksihalogenləşmə reaksiyasının mexanizmi tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, “in situ” rejimində əmələ gələn elektrofil intermediatlar (HOX, X=Cl, Br) hidroksiklor/bromidlərin əmələ gəlməsi ilə tsikloolefinin ikiqat rabitəsinə birləşərək müvafiq metiltsiklopentenlərin halogenhidrin törəmələrini əmələ gətirirlər. Halogen atomunun qələvi mühitdə halogen atomunun daha sonra amin qrupu ilə əvəz edilməsi ilə N-əvəz edilmiş metiltsiklopentanollar əldə edildi. Müəyyən edilmişdir ki, əvəzetmə reaksiyasının seçiciliyi mühitin temperaturu və Ph qiymətinin dəyişməsindən asılıdır. Elektrofil intermediatların əmələ gəlməsi və sərfi olunma sürətlərinin nisbətini dəyişdirməklə, hidroksihalogenidlərin çıxımını tənzimləmək mümkündür. Onun sərfolunma sürətinin yaranması sürətindən çox olduğu halda tsikloolefinin hidroksihalogen törəmələrinin çıxımı yüksək olur. Əvəzetmə reaksiyasının mühitinin pH qiymətinin dəyişdirilməsi ilə reaksiyanın istiqaməti müvafiq amin spirtinin əmələ gəlməsi ilə aminolizə, ya da epoksidin əmələ gəlməsi ilə dehidrohalogenləşməyə yönəldilə bilər. Reaksiyanın mexanizmi nəzərdən keçirilmiş və müəyyənləşdirilmişdir ki, oksidləşdirici hidroksihalogenləşmənin limitləşdirici mərhələsi tsikloolefinin ikiqat rabitəsinə “in situ” rejimində əmələ gələn elektrofil intermediatların (HOX, X=Cl, Br) ikiqat rabitəyə birləşməsidir. Amin spirtlərinin tərkibinə dair müqayisəli məlumatları əldə etmək üçün metiltsiklopentenin izomerlərindən və epoksidlərdən qarşılıqlı sintezi aparıldı, onların ilkin və ya ikincil aminlərlə çevrilməsi ilə strukturlarını dəyişmədən eyni amin spirtlərin alındığı aşkar olundu. Bu, onu göstərir ki, aminspirtlərin quruluş fraqmentləri alınma üsulundan asılı olaraq dəyişmir. Reaksiya məhsullarının strukturu element analizi və IR, ^1H və ^{13}C NMR spektroskopiyasından istifadə etməklə sübut

edilmişdir. Sintezləşdirilmiş amin spirtləri M-10 motor yağı və Azerol-5 emulsiya soyuducuya antimikrob əlavələr kimi sınaqdan keçirilmişdir. Test nəticələri göstərir ki, bu sinif birləşmələrin bəzi nümayəndələri 0,25 - 1,0% miqdarda qoruyucu xüsusiyyətlər nümayiş etdirirlər.

Açar sözlər: *brommetiltsiklopentanol, induktiv, aminmetiltsiklopentanol, elektrofil intermediat, epoksidləşmə, antimkirob və bakterisid xassələr.*

Synthesıs of amıno alcohols based on oxıdatıve hydroxyhalogenatıon of C_5 cyclolefıns and theır propertıes

O.A.Sadiqov[1], H.M.Alimardanov[2], N.A.Pashabayli[3]

[1,2,3] Y.H.Mammadaliyev Institute of Petrochemical Processes of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan
[1,2,3] Laboratory of Chemistry of Alicyclic Compounds
[1]Senior Researcher, Doctor of Chemistry, Associate Professor, omarsadiqov@gmail.com, ORCID ID https://orcid.org/0000-0002-1774-2997
[2]Head of Laboratory, Leading Researcher, Corresponding Member of the Academy, Professor hafiz_alimardanov@yahoo.com ORCID ID https://orcid.org/0000-0003-1392-5603
[3]Doctoral student, senior researcher narminpashabayli@gmail.com, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-8037-8253

ABSTRACT

The mechanism of the oxidative hydroxyhalogenation reaction of individual isomers of cycloolefin+H2O2+HX in a coupled system of reagents has been studied. It has been established that the electrophilic intermediates (HOX, X=Cl, Br) formed in the “in situ” mode combine with the double bond of cycloolefin with the formation of hydroxychloro/bromides to form the corresponding halohydrin derivatives of methylcyclopentene. N-substituted methylcyclopentanols were obtained by replacing the halogen atom with an amine group in an alkaline medium. It was found that the selectivity of the substitution reaction depends on the change in the temperature and pH of the medium. By changing the ratio of the rates of formation and consumption of electrophilic intermediates, it is possible to regulate the yield of hydroxyhalides. If the rate of its consumption exceeds the rate of formation, the yield of hydroxyhalogen derivatives of cycloolefin is high. By changing the pH of the medium of the substitution reaction, the direction of the reaction can be directed to aminolysis with the formation of the corresponding amino alcohol, or to dehydrohalogenation with the formation of an epoxide. The mechanism of the reaction was considered and it was determined that the limiting step of oxidative hydroxyhalogenation is the addition of electrophilic intermediates (HOX, X=Cl, Br) formed in situ to the double bond of the cycloolefin. To obtain comparative information on the composition of amino alcohols, mutual synthesis of methylcyclopentene from isomers and epoxides was carried out, and it was found that upon their conversion with primary or secondary amines, the same amino alcohols were obtained without changing their structure. This indicates that the structural fragments of amino alcohols do not change depending on the method of preparation. The structure of the reaction products was proven using elemental analysis and IR, 1H and 13C NMR spectroscopy. The synthesized amino alcohols were tested as antimicrobial additives to M-10 motor oil and Azerol-5 emulsion coolant. The test results show that some representatives of this class of compounds exhibit protective properties at concentrations of 0.25 - 1.0%.

Keywords:*bromomethylcyclopentanol, inductive, aminomethylcyclopentanol, electrophilic intermediate, epoxidation, antimicrobial and bactericidal properties.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0270

ЦИРКОНИЕВЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ В РЕАКЦИЯХ КОНДЕНСАЦИИ МЕТИЛФЕНИЛКЕТОНА С 1,2-ПРОПАНДИОЛОМ

Аббасов М.Ф[1]. Алимарданов Х.М[2]., Шафиева Р.Н[3].
[1,2,3] Институт Нефтехимических Процессов им. академика Ю.Г.Мамедалиева Министерства Наука и Образования Азербайджанской Республики
[1,2,3]Лаборатория химии алициклических соединений
[1]Главный научный сотрудник, д.т.н., доцент. mahaddin-abbasov@rambler.ru, orcid.org/0009-0009-9772-0509
[2]Зав. лаборатории, член.-корр., профессор. hafiz_alimardanov@yahoo.com, orcid.org/0000-0003-1392-5603
[3]Диссертант, старший научный сотрудник. wafiyevar@gmail.com, https://orcid.org/0009-0002-2099-4690

РЕЗЮМЕ

Исследована реакция каталитической конденсации метилфенилкетона с 1,2-пропандиолом с целью получения новых представителей ацеталей ароматического ряда. Реакция была проведена в присутствии гетерогенного цирконийсодержащего катализатора, полученного пропиткой природного морденита в среде азетропобразующего растворителя.

Экспериментально доказано, что выход ацеталя метилфенилкетона с 1,2-пропандиолом существенно зависит от природы аниона цирконийсодержащего катализатора. Экспериментально установлено, что активность необработанных образцов природного морденита в реакции конденсации метилфенилкетона с 1,2-пропандиолом невысокая и выход ацеталя незначительный. С целью увеличения активности и кислотности гетерогенного катализатора на основе природного морденита, образцы модифицировали солями циркония. В качестве модификатора использованы гидраты циркония оксихлорид циркония ($ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$), оксинитрат циркония ($ZrO(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$), и сульфат циркония ($ZrSO_4 \cdot 4H_2O$). Выявлено, что среди этих использованных катализаторов наиболее эффективными являются образцы природного морденита, модифицированные гидратом сернокислотного циркония и поэтому влияние всех других параметров на выход целевого продукта исследована на этом катализаторе. Изучая влияние количества катализатора от 1 до 5% в тех же условиях установлено, что оптимальное количество катализатора является 5% от массы реагентов, при котором выход ацеталя достигает 80.4%.

Установлено, что выход ацеталя зависит также от мольного соотношения реагентов, температуры, а также от продолжительности реакции и природы азеотропообразующего растворителя. В ходе реакции выяснено, что повышение температуры реакции каталитической конденсации, а также увеличение соотношения метилфенилкетона и 1,2-пропандиола от 1:1 до 1:1,5 способствует повышению выхода ароматического ацеталя от 69,8% до 80,4%.

Дальнейшее увеличение количества 1,2-пропандиола и повышение температуры реакции приводит к снижению выхода ацеталя и образованию побочных продуктов в связи с увеличением скорости дальнейших превращений образующего ацеталя в полиоксосоединения, а также дегидратации 1,2-пропандиола. Экспериментально установлено, что при проведении опытов с участием различных азетропобразующих растворителей C_6-C_7 ароматических углеводородов в реакции метилфенилкетона с 1,2-пропандиолом, высокие выходы получаются при использовании толуола.

Таким образом, приведенные исследования на примере каталитической конденсации метилфенилкетона и 1,2-пропандиола в присутствии цирконийсодержащего природного морденита показывают, что природный морденит с разными модификаторами может быть использован в качестве дешевого носителя для приготовления гетерогенного катализатора, для проведения различных технологических процессов, которые создают хорошие перспективы в «зеленом» катализе.

Ключевые слова: *каталитическая конденсация, ароматический ацеталь, метилфенилкетон, 1.2-пропандиол.*

ВВЕДЕНИЕ.

Ранее нами были описаны некоторые результаты о синтезе ацеталей алкил, циклоалкил и бициклоалкилзамещенных циклопентанонов и циклогексанонов конденсацией с многоатомными алифатическими спиртами C_2-C_4 с использованием в качестве гомогенного катализатора минеральных кислот (HCl, H_2SO_4, H_3PO_4), а также гетерогенные катализаторы кислотного типа, полученные пропиткой природного морденита различными металлсодержащими модификаторами [1,2].

Известно, что циклические ацетали с различными функциональными радикалами находят применения во многих широкоприменяемых композициях парфюмерно-косметических и бытовых препаратов [3,4], являются перспективной октаноповышающей добавкой, улучшающей эксплуатационные свойства топлив для двигателей внутреннего сгорания [5-8], биологически активных веществ [9,10], а также уникальных растворителей, смол, лаков, красок, искусственных волокон и резинотехнических изделий [11,12].

Как видно на основе приведенных примеров полученных и применяемых ацеталей стоит цикланоны и алкилзамещенных производных. Анализы цитируемых литературных источников показывают, что среди них очень мало встречается ацетали ароматического ряда с различными фрагментами.

Цель настоящей работы-синтез ароматического ацеталя каталитической конденсацией метилфенилкетона с 1,2-пропандиолом в присутствии циркониевых катализаторов в среде растворителя.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Исходный метилфенилкетон реактивной марки х.ч. t_k-202°C, n_D^{20}=1,5342, d_4^{20}=1,020, 1,2-пропандиолом реактивной марки х.ч. t_k 188°C, n_D^{20}=1,4328, d_4^{20}=1,040 и растворители бензол, толуол и ксилол.

Для проведения реакции конденсации метилфенилкетона с 1,2-пропандиолом в качестве катализатора использован природный морденит, модифицированный солями циркония. В качестве модификатора использованы гидраты циркония оксихлорид циркония ($ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$), оксинитрат циркония ($ZrO(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$), и сульфат циркония ($ZrSO_4 \cdot 4H_2O$).

Это связано с возможностью повторного применения таких катализаторов в нескольких циклах конденсации. В качестве носителя взят природный морденит (Нахчеванского месторождения Азербайджанской Республики), после измельчения их на шаровой мельнице, которую по окончанию размола отделяли на специальных ситах с различными размерами. Прокаливали сперва до 450°C, а затем при 550°C в течение 2 часов. По окончании времени катализатор охлаждали в эксикаторе до комнатной

температуры. Затем на готовый носитель методом пропитки в течение сутки осаждали рассчитанное количество насыщенного раствора соли циркония. Высушивали при 120°C в течение 3 часов, затем прокаливали при температуре 500°C 5 часов.

Исследование активности катализатора при конденсации метилфенилкетона с 1,2-пропандиолом проводили в стационарном реакторе, снабженным обратным холодильником, термометром, насадкой Дин-Старка перемешиванием и нагреванием в среде азетропообразующего растворителя. В качестве растворителя использован бензол, толуол и ксилол.

Конец реакции каталитической конденсации определяли (по расчету) по количеству воды, образующейся при реакции. После окончания опыта органический слой отделяют от катализатора (фильтрацией), промывали дистиллированной водой (до нейтральной реакции по лакмусу), сушили над безводным $MgSO_4$, растворитель отгоняли, остаток фракционировали в вакууме и получили целевой продукт-ацеталь.

Однако надо отметить, что выход ацеталей во всех опытах, проведенных на образцах катализаторов, приготовленных с нанесением разных циркониевых солей отличаются и составляет 72-84%.

Изомерный состав и чистота полученных ацеталей определены ГЖХ методом анализа на хроматографе «Цвет-500М» с детектором по теплопроводности на колонке l_k-2M, d_k-0,2 mm. Неподвижная фаза SE-30 (10% мас), нанесенный на хромосорб w. Температура термостата колонок 120°C, детектора 220°C, испарителя-250°C, ток моста детектора 120 mA, скорость газа носителя (гелий) 40-50 мл/мин.

Наличие функциональных групп и строение полученных соединений установлены методом ИК на приборе Фурье-спектрометр Alpha, в диапазоне 400-4000 $см^{-1}$ в таблетках с KBr и ^1H и ^{13}C ЯМР, которые были сняты со спектрометра Bruker-Bio Spin AG при рабочей частоте 30018 МГЦ в $CDCl_3$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

С целью разработки селективных и избирательных катализаторов для конденсации метилфенилкетона и 1,2-пропандиола катализаторы приготовлены с осаждением циркониевой соли в количестве от 1 до 5% масс носителя. Изучая природу и количество катализатора установлены оптимальные условия получения ацеталя, результаты которых отражены в таблице 1.

Таблица 1. Влияние природы аниона и количества катализатора на выход ацеталя (мольное соотношение кетон: диол 1:1,5, t- 110°C, продолжительность 4 часа.)

Морденит, модифицированный солями	Содержание Zr, % масс	Количество катализатора	Выход ацеталя, %
$ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$	1	0.98	69.8
	3	3.00	24.3
	5	4.56	75.7
$ZrSO_4 \cdot 4H_2O$	1	0.91	71.4
	3	2.74	77.2
	5	4.56	80.4
$ZrO(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	1	0.91	68.5
	3	2.74	73.8
	5	4.56	77.3

Сравнения

Экспериментально полученные данные в таблице 1 показывают, что выход ацеталя метилфенилкетона с 1,2-пропандиолом существенно зависит от природы аниона цирконийсодержащего катализатора, приготовленного осаждением природного морденита. Среди этих использованных катализаторов наиболее эффективными являются образцы природного морденита, модифицированные гидратом сернокислотного циркония и поэтому дальнейшие исследования всех других параметров ацеталя проведены на этом гетерогенном катализаторе. Изучая влияние количества катализатора от 1 до 5% в тех же условиях установлено, что оптимальное количество катализатора является 5% от массы реагентов.

Для определения оптимальных условий реакции каталитической конденсации метилфенилкетона с 1,2-пропандиолом изучено мольное соотношение реагентов, температура, количество катализатора, продолжительность опыта и природа азетропообразующего растворителя на выход целевого продукта. Зависимость скорости накопления ацеталя от вышеуказанных факторов контролировали газожидкостным хромотографическим анализом.

Одним из определяющим фактором влияния на реакцию каталитической конденсации является мольное соотношение реагентов. Установлено, что увеличение соотношения метилфенилкетона и 1,2-пропандиола от 1:1 до 1:1,25 способствует повышению выхода ароматического ацеталя от 69,8% до 80,4%.

Результаты опытов зависимости выходов ацеталя от мольного соотношения реагентов, температуры и природы азетропообразующего растворителя приведены в таблице 2.

Таблица 2. Зависимость выхода ацеталя метилфенилкетона с 1,2-пропандиолом от мольного соотношения реагентов, температуры и природы растворителя (количество катализатора 5% масс, продолжительность 4 часа).

Мольное соотношение метилфенилкетона и 1,2-пропандиола	Температура, растворитель		
	Бензол	толуол	ксилол
	80 °C	110 °C	140 °C
1:1	54,3	76,6	74,5
1:1,5	56,8	80,4	79,2
1:1,2	61,2	79,7	78,8
1:1,25	64,7	78,5	77,9

Данные, приведенные в таблице показывают, что выход ароматического ацеталя с повышением количества 1,2-пропандиола от 1 моля до 1,5 моль, а также температуры реакции каталитической конденсации повышается до 80,4%. Дальнейшее повышение количества 1,2-пропандиола и температуры реакции приводит к снижению выхода ацеталя и образованию побочных продуктов в связи с увеличением скорости дальнейших превращений образующего ацеталя в полиоксосоединения, а также дегидратации 1,2-пропандиола.

После повторной перегонки полученного ацеталя определены физико-химические параметры ацеталя бензальдегида с пропандиолом $d_{тк\ кип}$-118-120/2°C, n_D^{20}=1,5078, d_4^{20}=1,8724.

Структура полученных ацеталей доказано ИК и ^{1}H и ^{13}C ЯМР спектроскопией [13], ИК спектроскопическими анализами подтверждается отсутствие в их спектрах полосы поглощения характерных для валентных колебаний < C=O групп, в области 1740 $см^{-1}$ и ассоциированных групп (широкая полоса поглощения в области 3500-3400 $см^{-1}$). В спектрах ацеталей появляются новые интенсивные полосы поглощения в области 1165-1150, 900-950 $см^{-1}$, характерные для валентных колебаний простой эфирной и оксирановой связи, подтверждающие образование ацеталя [3], другие полосы, относящиеся к валентным и деформационным колебанием связи C-H в группах CH, CH_2 и CH_3 в ацеталей. Полоса поглащения 3080-3000 $см^{-1}$, характерная CH ароматике.

В спектрах ЯМР ^{1}H ацелей присутствуют сигналы протонов 1,3-диоксоланового кольца при δ(m.g.) 5.60-600 М (CH), 3.95-4.50 М (OCH), 1.20-1.40 Д (CH_3), ароматические протоны проявляются в области 7,76-7,45 м.д.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, приведенные исследования на примере каталитической конденсации метилфенилкетона и 1,2-пропандиола в присутствии цирконийсодержащего природного морденита показывает, что природный морденит с разными модификаторами может быть использован в качестве дешевого носителя для приготовления гетерогенного катализатора, для проведения различных технологических процессов, которые создают хорошие перспективы в «зеленом» катализе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Садыгов О.А., Юнусова Н. С., Аббасова С.М., и др. Синтез диоксаланов конденсацией C_1-C_7 алкилциклопентанонов с этиленгликолем в присутствии природного перлита, модифицированного минеральными кислотами. Азерб. хим. журнал, 2013, №1, с.68.
2. Алимарданов Х.М., Садыгов О.А., Аббасов М.Ф. и др. Синтез высших спироацеталей конденсацией алкил- и циклоалкил-циклопентанонов и циклогексанонов с двухатомными спиртами в присутствии гетерогенных катализаторов. Журнал орг. химии, 2011, Т.47, №8, с.1136
3. Выглазов Л.А., Чуйко В.А., Изотова Л.В. и др. Синтез и исследования парфюмерных свойств ацеталей с ароматическим кольцом. Журн. прикл. химии 2001, Т 74, №11, с. 1829
4. Войткевич С.А. 805 душистых веществ для парфюмерной и бытовой химии. М. Пищевая промышленность 1997. с.596
5. Данилов А.М. Присадки и добавки. Улучшение экологических характеристик нефтяных топлив. М. Химия. 1996, с. 231
6. Патент РФ № 2522764 c2, 2014
7. Патент РФ № 2365617, 2009
8. Патент AZ i 2023 0031, 2023
9. Фефелов А.А. Сементеева Л.Ш., Кирлан С.А. и др. Мировое сообщество, проблемы и пути решения. Уфа: УТНГУ, 2004, вып. 16, с. 166-175
10. Fefelov A.A., Rolnik L.Z., Yaqafarova G.G. Proc. Word Conf. «Intellectual service for oil and gas industry: analysis, solutions, perspectives» Ufa: Pub/ USPTU, 2004, v.3., p. 186-192
11. Agirre I.,Barrio V.L., Gwemez M. B et al. // In6 Economic Effects of Biofuel Production. Ed. Dos Santos Bernardes M.A.Ch. 15. P.299-316. Intech, 2011. 452 p.
12. US Pat. 8142525 B2.2012

13. Сильверстейн Р., Вебстер ф. кимл Д. Спектрометрическая идентификация органических соединений М.Бином. Лаборатория знаний 2011. 520с.

METİLFENİLKETONUN 1,2-PROPANEDIOL İLƏ KONDENSASİYA REAKSİYALARINDA SİRKOİUM KATALİZATORLARI

Abbasov M.F[1]. Əlimərdanov X.M[2]., Şəfiyeva R.N[3]
[1,2,3] Azərbaycan Respukblikası Elm və Təhsil Nazirliyinin Y.H.Məmmədəliyev adına Neft Kimya Prosesləri İnstitutu
[1,2,3]Alitsiklik birləşmələr kimyası laboratoriyası
[1] Baş elmi işçi, t.e.d., dosent mahaddin-abbasov@rambler.ru ORCID ID https://orcid.org/0009-0009-9772-0509
[2]Laboratoriya müdiri, aparıcı elmi işçi, akademiyanın müxbir üzvü, professor hafiz_alimardanov@yahoo.com ORCID ID https://orcid.org/0000-0003-1392-5603
[3]Dissertant, böyük elmi işçi wafiyevar@gmail.com ORCID ID https://orcid.org/0009-0002-2099-4690

XÜLASƏ

Aromatik asetalların yeni nümayəndələrinin alınması məqsədi ilə metilfenilketonun 1,2-propandiol ilə katalitik kondensasiyasının reaksiyası tədqiq edilmişdir. Reaksiya təbii mordenitin azetrop əmələ gətirən həlledicidə hopdurulması nəticəsində əldə edilmiş heterogen sirkonium tərkibli katalizatorun iştirakı ilə aparılmışdır.

Eksperimental olaraq sübut edilmişdir ki, metil fenil keton asetalın 1,2-propandiol ilə məhsuldarlığı sirkonium tərkibli katalizatorun anionunun təbiətindən əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır. Təcrübə yolu ilə müəyyən edilmişdir ki, təbii mordenitdən təmizlənməmiş nümunələrin metilfenilketonun 1,2-propandiol ilə kondensasiya reaksiyasında aktivliyi aşağıdır və asetalın çıxımı aşağıdır. Təbii mordenit əsasında heterojen katalizatorun aktivliyini və turşuluğunu artırmaq üçün nümunələr sirkonium duzları ilə modifikasiya edilmişdir. Modifikator kimi sirkonium hidratlar sirkonium oksixlorid ($ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$), sirkonium oksinitrat ($ZrO(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$) və sirkonium sulfat ($ZrSO_4 \cdot 4H_2O$) istifadə edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, istifadə olunan bu katalizatorlar arasında sirkonium sulfat hidratla modifikasiya olunmuş təbii mordenit nümunələri ən effektivdir və buna görə də bu katalizatorda bütün digər parametrlərin hədəf məhsulun məhsuldarlığına təsiri öyrənilmişdir. Eyni şəraitdə katalizatorun miqdarının 1-dən 5%-ə qədər olan təsirini öyrənərək müəyyən edilmişdir ki, katalizatorun optimal miqdarı reagentlərin kütləsinin 5%-i təşkil edir ki, bu zaman asetalın məhsuldarlığı 80,4%-ə çatır.

Müəyyən edilmişdir ki, asetalın məhsuldarlığı həm də reagentlərin molar nisbətindən, temperaturdan, həmçinin reaksiyanın müddətindən və azeotrop həlledicinin təbiətindən asılıdır. Reaksiya zamanı müəyyən edilmişdir ki, katalitik kondensasiya reaksiyasının temperaturunun artırılması, eləcə də metilfenilketon və 1,2-propandiolun nisbətinin 1:1-dən 1:1,5-ə yüksəldilməsi aromatik asetalın məhsuldarlığının 69,8%-dən 80,4%-ə qədər artmasına şərait yaradır.

1,2-propandiolun miqdarının daha da artması və reaksiya temperaturunun yüksəlməsi, əmələ gələn asetalın poliokso birləşmələrinə sonrakı çevrilmə sürətinin artması, həmçinin 1,2-propandiolun susuzlaşması səbəbi ilə asetalın məhsuldarlığının azalması və əlavə məhsulların əmələ gəlməsi baş verir. Təcrübə yolu ilə müəyyən edilmişdir ki, C_6-C_7 aromatik karbohidrogenlərin müxtəlif azetrop əmələ gətirən həlledicilərinin iştirakı ilə metilfenilketonun 1,2-propandiol ilə reaksiyasında toluoldan istifadə edildikdə yüksək məhsul alınır.

Belə ki, sirkonium tərkibli təbii mordenitin iştirakı ilə metilfenilketonun və 1,2-propandiolun katalitik kondensləşmə nümunəsi üzrə təqdim olunmuş tədqiqatlar göstərir ki, müxtəlif modifikatorlara malik təbii mordenit "yaşıl" katalizdə müxtəlif perspektivli texnoloji proseslərin aparılması üçün heterogen katalizatorun hazırlanmasında ucuz daşıyıcı olaraq istifadə edilə bilər.

Açar sözlər: *Katalitik kondensasiya, aromatik asetal, metilfenil keton, 1,2-propandiol.*

ZIRCONIUM CATALYSTS IN CONDENSATION REACTIONS OF METHYLPHENYL KETONE WITH 1,2-PROPANEDIOL

Abbasov M.F[1]., Alimardanov Kh.M[2]., Shafiyeva R.N[3].

[1,2,3] Y.H.Mamedaliyev's Institute of Petrochemical Processes of Science and Education Ministry of Azerbaijan Republic

[1,2,3] Laboratory of Alycyclic Compounds

[1] Chief researcher, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor. mahaddin-abbasov@rambler.ru ORCID ID https://orcid.org/0009-0009-9772-0509

[2] Head of Department, Corresponding Member of Azerbaijan National Academy of Sciences, leading researcher, professor, hafiz_alimardanov@yahoo.com ORCID ID https://orcid.org/0000-0003-1392-5603

[3] PhD candidate, senior researcher, wafiyevar@gmail.com , ORCID ID https://orcid.org/0009-0002-2099-4690

ABSTRACT

The reaction of catalytic condensation of methylphenyl ketone with 1,2-propanediol was studied in order to obtain new representatives of aromatic acetals. The reaction was carried out in the presence of a heterogeneous zirconium-containing catalyst obtained by impregnation of natural mordenite in the medium of an azetrope-forming plant.

It has been experimentally proven that the yield of methylphenylketone acetal with 1,2-propanediol significantly depends on the nature of the zirconium-containing catalyst anion. It has been experimentally established that the activity of untreated samples of natural mordenite in the condensation reaction of methylphenylketone with 1,2-propanediol is low and the yield of acetal is insignificant. In order to increase the activity and acidity of a heterogeneous catalyst based on natural mordenite, the samples were modified with zirconium salts. Zirconium hydrates zirconium oxychloride ($ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$), zirconium oxynitrate ($ZrO(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$), and zirconium sulfate ($ZrSO_4 \cdot 4H_2O$) were used as modifiers. It was revealed that among these catalysts used, the most effective are samples of natural mordenite modified with zirconium sulfuric acid hydrate, and therefore the effect of all other parameters on the yield of the target product was studied on this catalyst. Studying the effect of the amount of catalyst from 1 to 5% under the same conditions, it was found that the optimal amount of catalyst is 5% of the mass of reactants, at which the yield of acetal reaches 80.4%.

It has been established that the yield of acetal also depends on the molar ratio of reagents, temperature, as well as on the duration of the reaction and the nature of the azeotropic solvent. In the course of the reaction, it was found that an increase in the temperature of the catalytic condensation reaction, as well as an increase in the ratio of methylphenyl ketone and 1,2-propanediol from 1:1 to 1:1.5, contributes to an increase in the yield of aromatic acetal from 69.8% to 80.4%.

A further increase in the amount of 1,2-propanediol and an increase in the reaction temperature leads to a decrease in acetal yield and the formation of by-products due to an increase in the rate of further conversion of the acetal-forming to polyoxocompounds, as well as dehydration of 1,2-propanediol. It has been experimentally established that when experiments are carried out with the participation of various azetrope-forming solvents C_6-C_7 of aromatic hydrocarbons in the reaction of methylphenylketone with 1,2-propanediol, high yields are obtained when using toluene.

Thus, the above studies on the example of catalytic condensation of methylphenylketone and 1,2-propanediol in the presence of zirconium-containing natural mordenite show that natural mordenite with different modifiers can be used as a cheap carrier for the preparation of a heterogeneous catalyst, for various technological processes that create good prospects in "green" catalysis.

Keywords: *catalytic condensation, aromatic acetal, methylphenylketone, 1.2-propanediol.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0277

PROPANIN PARSİAL QAZFAZALI OKSİDLƏŞMƏSİİN FİZİKİ-KİMYƏVİ QANUNAUYĞUNLUQLARININ TƏDQİQ EDİLMƏSİ

Mustafayeva Rəna Eldar qızı, Ağazadə Anar Əkrəm oğlu

Azərbaycan Dövlət Neft və Saneye Universiteti PHŞ
KTF-in «Neft-kimya texnologiyası və sənaye ekologiyası» kafedrası
rana.mustafayeva.e@asoiu.edu.az
anar.agazada@asoiu.edu.az

XÜLASƏ

Karbohidrogen resurslarının səmərəli istifadə olunması – neft-qaz sahəsinin aktual məsələsidir. Səmt neft qazları, "yağlı" təbii qaz, uzaq və azresurslu yataqların təbii qazları kimi qeyri-ənənəvi karbohidrogen mənbələri hələ də ixtisaslaşdırılmış tətbiq tapmamışdır. Bu karbohidrogen xammalının istifadə olunması məsələsi olduqca vacibdir. Son illərdə təbii qazın maye məhsullara texnoloji çevrilməsi prosesləri – GTL-texnologiyalar tədqiqatçıların və sənaye müəssisəsi işçilərinin diqqətini cəlb etmişdir. Belə texnologiyalara metanolun alınması və Fişer-Tropş üsulu ürə karbohidrogenlərin sintezi prosesləri aid edilir. Belə proseslərin ümumi mərhələləri sintez-qazın alınması – bahalı avadanlıqlar və yüksək enerji xərcləri tələb edən mürəkkəb texnoloji proses hesab edilir. Sənayedə GTL-texnologiyaların reallaşdırılması yalnız yüksək istehsal miqyasında iqtisadi cəhətdən özünü doğrultmuşdur. Yuxarıda sadalanan azresurslu karbohidrogen xammalı mənbələrinin kiçik həcmli qazlarının emalı üçün onların istifadə olunması iqtisadi cəhətdən effektiv deyil. Ona görə də karbohidrogen qazlarının kimyəvi məhsullara effektiv aztonnajlı emal proseslərinin yaradılması yanacaq-enerji kompleksinin mühüm məsələsi hesab edilir.

Açar sözlər: qazfazalı oksidləşmə, karbon monooksid, metanol, propanın oksidləşməsi

Giriş.

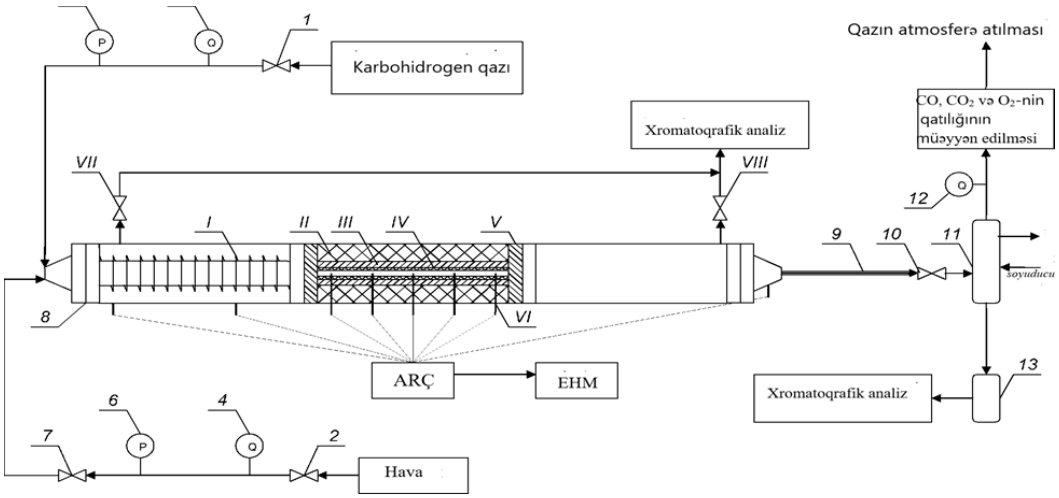
Karbohidrogen xammalının istifadə olunma dərəcəsinin (məqsədli məhsulların əmələ gəlmə selektivliyi) yüksəldilməsi üçün təkcəəvvəllər parsial qazfazalı oksidləşmə təcrübəsində qəbul edildiyi kimi maye oksigenatlardan deyil, həmçinin əmələ gələn karbon monooksiddən də istifadə etmək lazımdır. [1-4]. Belə ki, sonrakı emal üçün oksigenatlar və CO-nun lazımi nisbətini təmin etmək tələb olunur, onda alternativ GTL-proseslərin işlənib hazırlanması üçün karbohidrogen qalarının parsial oksidləşmə məhsullarının, hər şeydən əvvəl, metanol və karbon monooksidin qatılıqlar nisbətinin prosesin parametrlərindən paylanma asılılığı barədə təcrübi dəlillər lazımdır. [5-7]. Belə nisbətin istiqamətləndirilmiş tənzimlənmə imkanları hələ də tədqiq edilməmişdir.

Məsələnin qoyulması. Beləliklə, tərkibinə görə "yağlı" təbii və səmt neft qazlarını modelləşdirən yüngül alkanlar və onların qarışıqlarının parsial qazfazalı oksidləşməsinin qanunauyğunluqlarının tədqiq edilməsi və bu baza əsasında onların yeni emal proseslərinin işlənib hazırlanması aktual məsələ hesab edilir. Mövcud işdə axın tipli reaktorda propanın parsial qazfazalı oksidləşməsinin təcrübi tədqiqatları aparılmışdır. Prosesin parametrlərinin (təyiq, temperatur, oksigenin başlanğıc qatılığı) reagentlərin konversiyasına və oksidləşmə məhsullarının paylanmasına təsiri müəyyən

edilmişdir.Tədqiqat obyektləri propan, texniki azot hesab edilir. Oksidləşdirici kimi sıxılmış havadan istifadə edilmişdir. Propanın parsial qazfazalı oksidləşməsinin təcrübi tədqiqatları axın tipli reaktoru olan yüksək təzyiqli qurğuda aparılmışdır. Qurğu reagentlərin verilməsi və qızdırılması, prosesin parametrlərinə nəzarət, oksidləşmə məhsullarının analizi və mayefazalı məhsulların ayrılması sistemləri ilə təchiz edilmişdir.

Məsələnın həlli. Propanın parsial qazfazalı oksidləşməsi tədqiqatları yüksək təzyiqli axın tipli qurğuda aparılmışdır. Qurğudan azot axını buraxılır və reaktor oksidləşmə prosesinin başlanma temperaturuna qədər qızdırılır. Bunun üçün laboratoriya avtotransformatorunun (LATR) köməyilə reaktorun hər bir şöbəsinin elektrik qızdırıcısının burğusunda lazımi gərginlik müəyyən edilir. Gərginlik burğunun həddindən artıq qızmasının qarşısını almaq üçün müəyyən qiymətdən yuxarı qaldırılmır. Qızdırılma zamanı reaktorda temperatur termocütün köməyilə izlənilir.

Reaktorda lazımi temperatur əldə edildikdən sonra qurğuda azot karbohidrogen qazı ilə əvəz olunur. Təcrübə qurğusunun sxemi şəkil 1-də göstərilmişdir.



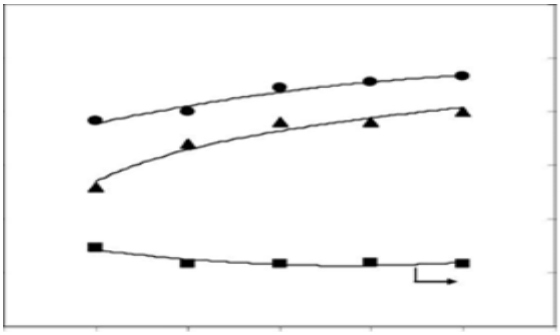
Şəkil 1. Təcrübə qurğusunun sxemi: 1,2 – yüksək təzyiqli reduktor; 3,4 – sərfölçənlər; 5,6 – manometr; 7,10 – tənzimləyici ventil; 8 – reaktor: I – elektrik qızdırıcı üçün burğu; II – istilik izolyasiyası; III – paslanmayan poladdan boru; IV – kvars qarmaq; V – flyans; VI – termocüt; VII, VIII – nümunə götürən kran; 9 – qızdırılan xətt; 11 – soyuducu-seperator; 12 – qaz sayğacı; 13 – maye fazanın yığılması üçün tutum.

Təcrübələrin müddətinin yüksək olması və bunun nəticəsində, reagentlərin yüksək sərfi nəticəsində reaktora qaz eyni zamanda iki balondan birləşdirici qurğu vasitəsilə verilir. Bundan sonra reduktor 1 vasitəsilə reaktorda işçi təzyiq, reduktor 2 ilə isə – hava xəttində təzyiq yaradılır. Sonradan ventil 10 ilə karbohidrogen qazının, ventil 7 ilə isə – havanın sərfi verilir. Reaksiyaların başlaması reaktorda temperatur sıçraması və xaric olunan qazda CO-nun mövcudluğu ilə qeydə alınır. Sonra reaktora daxil olan və reaktordan xaric olan qazdan analiz nümunələri götürülür. Təcrübə bir-birindən prosesin parametrlərindən biri ilə fərqlənən iş rejiminin ardıcıl dəyişdirilməsindən ibarətdir. Hər bir rejimdə prosesin texnoloji parametrlərini sabit saxlamaqla lazımi müddət ərzində oksidləşmə aparılmışdır: təzyiq, temperatur, karbohidrogen qazı və havanın sərfi. Mövcud rejimdə iş müddətinin başa çatması zamanı seperatordan 11 maye oksidləşmə məhsulları süzülür, onların kütləsi ölçülür və analiz olunur. Hər bir iş rejiminin

başlanğıcında və sonunda qaz sayğacının 12 göstəricisi qeydə alınır və reaktordan xaric olunan qazın həcmi hesablanır. Oksidləşmə prosesinin parametrlərinin karbohidrogenlərin konversiyasına və məhsulların çıxımına təsirinin tədqiqi üzrə təcrübələr digərlərinin sabitliyi zamanı prosesin parametrlərindən birinin ardıcıl dəyişdirilməsi ilə aparılmışdır.

Nəzərə alsaq ki, propan balonunda qazın təzyiqi onun doymuş buxar təzyiqi ilə müəyyən edilir, onda otaq temperaturunda maksimal təzyiq 10 atm-dən yuxarı olmur. Ona görə də daha geniş təyiq diapazonunda işləmək üçün tədqiqatlar propan və azot qarışıqları ilə aparılmışdır ki, burada propanın qatılığı 10.5-13.4% təşkil etmişdir.

Propanın parsial oksidləşməsinin təcrübi tədqiqatları zamanı müəyyən edilmişdir ki, təzyiqin yüksəlməsi (digər parametrlərin sabitliyi zamanı) propanın konversiyasına praktiki olaraq təsir göstərmir, lakin mayefazalı oksidləşmə məhsullarında metanolun qatılığını yüksəldir və suyun qatılığını azaldır. Təzyiqin yüksəlməsi ilə formaldehidin qatılığı azalır. Qazfazalı məhsullarda təzyiqin yüksəlməsi doymamış karbohidrogenlərin – etilen və propilen – qatılığını azaldır və karbon monooksidin qatılığını yüksəldir. Oksidləşmə məhsullarında metanol və CO-nun qatılıqları nisbəti təzyiqdən zəif asılıdır. Şəkil 2-də propan və azot qarışığının oksidləşməsi zamanı metanolun, CO-nun qatılığının, həmçinin onların nisbətinin təzyiqdən asılılığı göstərilmişdir.



Şəkil 2. Azot ilə durulaşdırılmış propanın oksidləşməsi zamanı metanolun (●) və CO-nun (▲) qatılığının, həmçinin onların nisbətinin (■) təzyiqdən asılılığı. $[O_2]$ = 4,6%, $[C_3H_8]$ = 12,4%, qalanı – azot, $\tau \approx 1{,}2$ san

Beləliklə, qeyd olunan temperatur diapazonunda propanın parsial qazfazalı oksidləşməsi daha aşağı təzyiqlərdə baş verə bilər. Bu zaman təzyiqin yüksəlməsi propanın konversiyasına zəif təsir göstərir, bu zaman oksidləşmə məhsullarında metanol və karbon monooksidin qatılığını yüksəldir. Propanın konversiyasının oksigenin başlanğıc qatılığından asılılığı şəkil 4-də göstərilmişdir. Oksigenin başlanğıc qatılığının 2.2%-dən 6%-ə qədər yüksəlməsi propanın konversiyasını 11-dən 77%-ə qədər yüksəldir. Bu zaman reaktorun çıxışında qarışıqda CO-nun qatılığı həmçinin artır. Oksigenin başlanğıc qatılığının 6-7%-ə qədər yüksəlməsi metanolun qatılığını yüksəldir, [O2]0-nun sonrakı yüksəlməsi zamanı metanolun qatılığı eyni səviyyədə qalır. Bu zaman oksigenin başlanğıc qatılığının yüksəlməsi karbon monooksidin qatılığını metanola nisbətən daha sürətlə yüksəldir. Mövcud halda, ehtimala görə, əlavə miqdarda CO-nun əmələ gəlməsi ilə müəyyən miqdarda oksigenatların, o cümlədən, metanolun oksidləşməsi baş verir. Uyğun olaraq, oksigenin başlanğıc qatılığının yüksəlməsi ilə metanol və karbon monooksidin nisbəti sürətlə azalır.

Beləliklə, oksigenin başlanğıc qatılığının yüksəlməsi propanın konversiyasını yüksəldir. Bu zaman $[O_2]$ 0-nun 6%-ə qədər yüksəlməsi oksidləşmə məhsullarında metanol və CO-nun

qatılığını yüksəldir. Ehtimala görə, oksigenin 6-7% başlanğıc qatılığı oksigenatların, əsas etibarilə, metanolun alınması üçün optimal hesab edilir. [O_2] 0-nun sonrakı yüksəlməsi artıq əmələ gəlmiş oksigenatların, o cümlədən, metanolun oksidləşməsinə və CO-nun qatılığının yüksəlməsinə gətirib çıxarır. 50 atm təzyiqdə temperaturun propanın parsial oksidləşməsinə təsirinin tədqiqatları aparılmışdır.

Təcrübi nəticələrdən görünür ki, reaksiya qarışığının qızdırılması zamanı (aşağı əyri) reaksiya 330^{o}C temperaturu yaxınlığında başlayır. Sonradan temperaturun 400^{o}C-yə qədər kəskin yüksəlməsi ilə qarışığın qızması baş verir. Bu temperaturda və daha yüksək temperaturda oksigenin konversiyası 100% təşkil edir. Qarışığın 330^{o}C-yə qədər soyuması zamanı (yuxarı əyri) oksigenin konversiyası 60%-dən yuxarı qalır. Reaksiyaların sönməsi 290^{o}C temperaturu yaxınlığında baş verir. Ehtimal etmək olar ki, bu hadisə termokinetik xarakter daşıyır. Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində oksigenatların alınması üçün optimal oksidləşmə temperaturu barədə aşağıdakı nəticəni çıxarmaq olar – o, minimal olmalıdır, lakin bu zaman oksigenin tam konversiyasını təmin etməlidir.

Nəticədə. Propanın parsial qazfazalı oksidləşməsinin fiziki-kimyəvi qanunauyğunluqlarının təcrübi tədqiqatları aparılmışdır. Təzyiqin, temperaturun və oksigenin başlanğıc temperaturunun reagentlərin konversiyasına və propanın parsial qazfazalı oksidləşmə məhsullarının tərkibinə, o cümlədən, oksidləşmə məhsullarında metanol və karbon monooksidin nisbətinə təsiri öyrənilmişdir.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. Arutyunov V.S., Savçenko V.İ., Sedov İ.V. Семенова и новое поколение газохимических процессов // НефтеГазоХимия, 2019. №3. С.60-68.
2. Baozhai Han, Yang Yang, Yanyan Xu et al. A review of the direct oxidation of methane to methanol // Chinese Journal of Catalysis, 2019. V. 37. P. 1206-1215.
3. Marcio Jose da Silva. Synthesis of methanol from methane: Challenges and advances on the multistep (syngas) and one-step routes (DMTM) // Fuel Processing Technology, 2019. V. 145. P. 42-61.
4. Mustafayeva R.E. Исследование и применение методов кибернетики при термическом крекинге пропана. Рассохинские чтения. Материалы международной конференции. Ухтинский государственный технический университет. Ухта УГТУ -2022 с.365-368
5. Savchenko V.I., Sedov I.V., Fokin I.G., Nikitin A.V., Strekova L.N New conceptions for small-scale GTL // Chemical Engineering Journal, 2020. V. 282. P. 206-212.
6. Savçenko V.İ., Makaryan İ.A., Fokin İ.G., Maqomedov R.N., Lipilin M.G. Малотоннажные GTL-процессы на базе прямого парциального окисления углеводородных газов без стадии получения синтез-газа // Нефтепереработка и нефтехимия, 2021. № 8. С. 21-26.
7. Zakaria Z., Kamarudin S.K.. Direct conversion technologies of methane to methanol: An overview // Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2022. V. 65, P. 250-261.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0281

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОЖИДКОСТНОГО ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ И ИЗОЛЯЦИИ

Аида Шахмамедова[1], Тарлан Аллахвердиев[2]

[1]Азербайджанский Государственный Уриверситет Нефти и промышленности.
Кафедра: "Технология органических веществ и высокомолекулярных соединений", Доцент, доктор философии по химии
https://orcid.org/0000-0002-8795-7758, aida.aliyeva1@gmail.com, (+994) 0557885791
[2]Магистрант кафедры, tarlan.allahverdiyev.sh@gmail.com, (+994) 0708154026

РЕФЕРАТ

Высоковольтный переменный ток и высоковольтный постоянный ток вдохновили разных авторов сосредоточиться на системе изоляции, которая выдерживает повышающийся уровень высокого напряжения; различные исследователи провели экспериментальную работу, чтобы доказать прочность и возможности трансформаторного масла.

Трансформатор - это статическое устройство, которое передает энергию с одного уровня на другой без изменения частоты. Это система жизнеобеспечения энергосистемы, в которой трансформаторное масло является основным компонентом, определяющим срок службы трансформатора. Срок службы машины зависит от уровня изоляции, а в трансформаторах минеральное масло выполняет две функции: охлаждение и изоляцию, и обе эти функции взаимосвязаны с сроком службы трансформатора. Если минеральное масло обладает высокой прочностью на разрыв и наилучшим охлаждением, это приведет к увеличению срока службы трансформаторов. Чтобы удовлетворить растущий спрос на электроэнергию в будущем, потребуются трансформаторы небольшого размера. Разработка минерального масла является наиболее подходящей с точки зрения диэлектрических и тепловых свойств [1]. Срок службы трансформаторов в мире близок к расчетному сроку службы или превышает его, поэтому надежность существующих блоков зависит от конструкции и состояния их системы изоляции [2-4]. Имеющиеся статистические данные о поломках трансформаторов указывают на то, что средний срок службы трансформаторов составляет 18 лет, что составляет примерно половину от прогнозируемого срока службы в 36-44 года.

В настоящее время в энергосистеме в основном используются два типа трансформаторов: сухие трансформаторы и маслонаполненные трансформаторы, и среди них маслонаполненный трансформатор наиболее часто используется в распределительных системах [6]. В маслонаполненных трансформаторах трансформаторное масло лучше подходит с точки зрения эффективности и возможностей передачи мощности. Минеральное масло, получаемое из нефти различными способами обработки и фракционной перегонки, обладает высокой диэлектрической прочностью, низкими электрическими потерями и множеством химических, электрических и физических свойств для применения в трансформаторах, таких как химическая стабильность, более высокая температура застывания и низкая вязкость [7]. Следовательно, для достижения вышеуказанных свойств основное внимание уделяется трансформаторному маслу. Одним

из новшеств является использование нанотехнологий с целью повышения диэлектрических и тепловых характеристик минерального масла в дополнение к улучшению его электрических характеристик.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Наножидкости - это наноразмерные частицы, однородно взвешенные в базовой жидкости. В трансформаторное масло добавляют различные наночастицы для повышения их диэлектрической прочности и эффективности охлаждения. Различные исследователи сообщают, что добавление наночастиц в трансформаторное масло увеличивает напряжение пробоя и улучшает тепловые характеристики. Тем не менее, исследователи пытаются найти наилучшую комбинацию наночастиц и трансформаторного масла (наножидкостей), чтобы улучшить характеристики.

Таким образом, в этой статье особое внимание уделяется исследованиям, характеристикам и ограничениям наножидкостей, чтобы ученые могли в будущем найти лучшую замену наноизоляционному маслу.



Рис. 1. Способы получения наночастиц.

С точки зрения их применения были синтезированы и охарактеризованы различные типы наноматериалов. Среди них оксиды металлов являются важными и могут найти применение в различных областях биологии, особенно в области антимикробной активности. Среди этих оксидных наночастиц наилучшими являются SnO_2, Fe_2O_3, ZnO, TiO_2, CuO и т.д. Можно использовать свойство этих наноструктур - большое отношение площади поверхности к объему. Известно много способов получения этих оксидных наночастиц [4].

При приготовлении наножидкостей, как правило, необходимо проявлять максимальную осторожность при выборе наночастиц; наночастицы отбираются на основе их основных свойств - диэлектрической проницаемости и проводимости. Поэтому сначала следует проанализировать все свойства материала, которые помогут повысить диэлектрическую прочность и тепловые характеристики жидкости. Наночастицы в широком смысле

подразделяются на три категории: проводящие (Fe_2O_3, ZnO), полупроводящие (TiO_2, CuO_2) и изолирующие (BN, SiO_2). Наножидкости получают двумя способами (1) одноступенчатым методом (2) двухступенчатым методом.

На одном этапе наночастицы готовятся и диспергируются в основной жидкости. Различные этапы, такие как испарительная сушка, хранение и транспортировка, исключаются, чтобы повысить стабильность частиц, а также свести к минимуму агломерацию наночастиц [10]. Однако этот метод является дорогостоящим и не может быть реализован в больших масштабах.

При двухэтапном методе наночастицы сначала загрунтовываются химическими или физическими методами. Затем сухие наночастицы диспергируются в жидкости-носителе с помощью перемешивания, такого как шаровое измельчение, перемешивание с высокой скоростью сдвига, ультразвуковое или магнитное перемешивание. Этот процесс включает в себя множество этапов, поэтому вероятность агломерации выше, но себестоимость продукции ниже, и ее можно производить в больших масштабах. Поэтому различные исследователи отдают предпочтение этому методу. Чтобы избежать агломерации или осаждения и повысить стабильность, используются различные типы поверхностно-активных веществ [11], и одним из распространенных поверхностно-активных веществ является олеиновая кислота, а другими используемыми поверхностно-активными веществами являются стеариновая кислота, пропиленгликоль, моноолеат сорбитана и сульфонат span80 и додецилбензола натрия [12].

Использование различных наночастиц в трансформаторном масле улучшает тепловые и диэлектрические свойства, может выступать в качестве лучшего изолятора и охлаждающей жидкости по сравнению с базовой жидкостью. Например, ZrO_2 и CeO_2 – наножидкости трансформаторного масла с концентрацией наночастиц (0,5 мас.%) были синтезированы двухэтапным методом и показали увеличение напряжения пробоя [13]. Двухэтапный метод был использован для синтеза TiO_2 и Al_2O_3 с различными массовыми соотношениями 0,01, 0,04, 0,07 и 0,1 г/л, а также было использовано поверхностно-активное вещество для повышения прочности на разрыв. Синтез наночастиц гексагонального нитрида бора (Eh-BN), диспергированных в трансформаторном масле, а также в растительном масле с объемными концентрациями 0,01, 0,05 и 0,1 мас.%, что свидетельствует об увеличении диэлектрической прочности. Промышленными производителями были получены две коммерческие дисперсии Fe_3O_4 NP для производства дисперсных наножидкостей одностадийным методом [17], в результате чего был сделан вывод, что одностадийный метод приводит к получению стабильной наножидкости с высокой концентрацией (от 50 до 60 мас.%) NP, а добавление поверхностно-активного вещества показывает, что оно ингибирует агрегацию. Кроме того, одноэтапный метод обеспечивает меньший риск для работников по сравнению с двухэтапным методом. Однако одним из недостатков является то, что производители иногда не предоставляли четкой информации о его приготовлении [18].

Исследователи внесли большой вклад в разработку изоляции, но все еще предстоит провести множество испытаний, о которых необходимо рассказать, например, о несоответствии характеристик трансформаторного масла, агломерации наночастиц, совместимости между базовой жидкостью и наночастицами, а также о механизме модификации диэлектрика. Однако будущее зависит от наножидкостей с улучшенными критическими параметрами.

Были изучены диэлектрические свойства и электрический пробой наножидкостей, приготовленных из эфира пальмоядрового масла с различным массовым содержанием наночастиц Al_2O_3 в диапазоне от 0,2 до 1 мас.%, и их совместимость с крафт-бумагой. Наночастицы Al_2O_3 увеличивают напряжение пробоя эфирного масла до 29 кВ при добавлении нанонаполнителя, % по массе.

Доктор медицинских наук Рашид Хуссейн и соавт. [31] исследовали эффективность диэлектрического пробоя наножидкостей на основе эфирного масла, полученных с использованием трех различных магнитных наночастиц, то есть оксида железа (II, III), кобальта (II, III) и фосфида железа, в двух различных базовых жидкостях, то есть синтетическом эфирном масле и натуральном масле с различной концентрацией. Были исследованы диэлектрические свойства наножидкостей, приготовленных из различных базовых жидкостей, то есть натуральных масел (таких как кокосовое масло, подсолнечное масло, кунжутное масло, масло рисовых отрубей) и различных наночастиц (TiO_2, Fe_3O_4, SiO_2, h-BN и Al_2O_3). Расщепление чистого масла из рисовых отрубей значительно выше, чем у других образцов; полные результаты представлены на рис. 8.

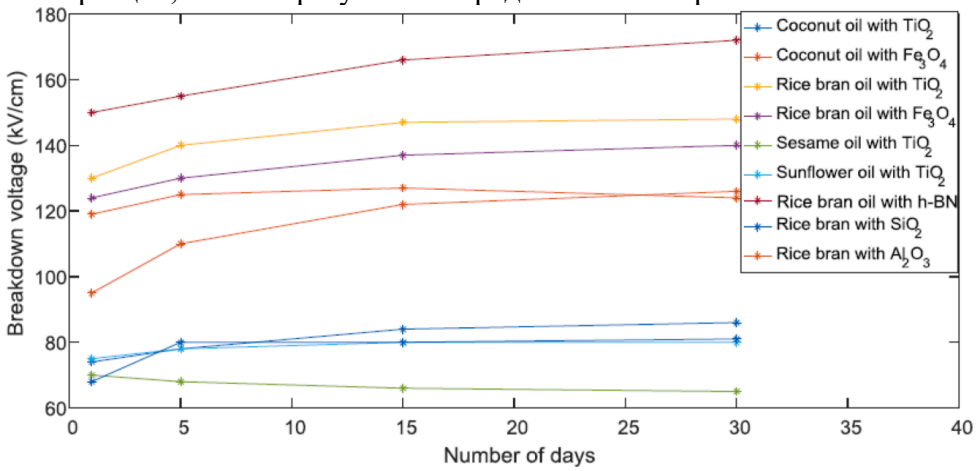


Рис. 2. Через разные промежутки времени напряжение пробоя различных наножидкостей.

Большинство исследователей уделяют особое внимание типу наночастиц, их концентрации и модификации поверхности в наножидкостях на масляной основе с целью улучшения электрических и диэлектрических характеристик. Однако, с точки зрения безопасности, следует также учитывать воспламеняемость трансформаторного масла, поскольку часто происходят взрывы трансформаторов. Для охлаждения трансформаторного масла большое значение имеет повышение его теплопроводности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблемы и возможности: В будущем в трансформаторах будут использоваться масла на основе наножидкости. Но есть несколько ограничений, которые все еще необходимо устранить, чтобы улучшить его характеристики. Одно из них заключается в том, что агрегация наночастиц в наножидкостях через определенное время вызывает осаждение и адсорбцию, что приводит к ухудшению свойств наножидкостей. Однако, используя поверхностно-активное вещество, этой проблемы можно избежать. Даже исследователи обнаружили, что при использовании TiO_2 в качестве наночастиц в трансформаторном

масле осадок не образуется в течение нескольких месяцев, однако есть проблемы с поиском наилучшей комбинации для решения этой проблемы. Следовательно, наножидкости нуждаются в дальнейшем тестировании, исследовании и определении характеристик, чтобы их можно было использовать в промышленных целях. Другими проблемами являются тип используемых наночастиц, способ их получения, тип базовой жидкости и свойства наножидкостей, т.е. комбинационные свойства наночастиц в базовой жидкости. Поэтому при выборе типа наночастиц, жидкости-основы и поверхностно-активного вещества требуется предельная осторожность, чтобы избежать вышеуказанных проблем.

До сих пор существуют только две теории, объясняющие увеличение прочности на разрыв наножидкостей, т.е. одна для полупроводниковых наночастиц, а другая для проводящих наночастиц. Не существует единой теории, объясняющей прочность на разрыв наножидкостей для всех типов наночастиц. Поэтому требуются обширные исследования как теоретические, так и экспериментальные, чтобы объяснить полный механизм повышения прочности на разрыв наножидкостей для всех типов используемых наночастиц, а также решить проблему совместимости между наночастицами и базовыми жидкостями.

ВЫВОДЫ:

В настоящее время исследования наножидкостей являются актуальной задачей, которая открывает перед исследователями новые возможности. В данной статье представлен обзор литературы, касающейся получения наночастиц и их свойств в различных маслах (минеральных и сложноэфирных) для трансформаторного применения. Хотя о многих важных характеристиках наножидкостей уже сообщалось. Однако многие аспекты все еще остаются неизвестными. В этой обзорной статье была предпринята попытка проиллюстрировать влияние наночастиц на различные характеристики, такие как электрические и тепловые свойства полученных наножидкостей. Для полного изучения поведения различных наножидкостей требуется дополнительная исследовательская работа, поскольку в будущем нас ожидает множество проблем и возможностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мухаммад Рафик, Йонгжен Лв, Юэ Чжоу, Юлонг Ли, Кай И, Чживен Ван. Использование растительных масел в качестве трансформаторных масел — обзор. *Журнал: Renewable Sustainable Energy Reviews*, том 52, стр. 308–324, 2015.
2. Уильям Х. Бартли. Исследование отказов трансформаторов. *Материалы конференции: 5-я ежегодная техническая конференция Weidmann-ACTI по новым диагностическим концепциям для лучшего управления активами*, Альбукерке, Нью-Мексико, США, 13–15 ноября 2006 года.
3. Марко Кьеза, Субрата Кумар Дас. Экспериментальное исследование диэлектрических и охлаждающих характеристик коллоидных суспензий в изоляционных средах. *Журнал: Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, том 335, стр. 88–97, 2009.
4. Михал Раджнак, Милан Тимко, Петер Копчански, Катарина Пауловичова, Ян Кухта, Мартин Франко, Йозеф Куримский, Бранислав Дольник, Роберт Цимбала. Магнитная наножидкость на основе трансформаторного масла с высокими диэлектрическими потерями, испытанная для охлаждения модельного трансформатора. *Журнал: IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, том 26, стр. 1343–1349, 2019.
5. Айман М. Диаа-Элдин, Ахмед М. Эласид, Махмуд А. Иззуларб. Роль межфазной зоны в диэлектрических свойствах наножидкостей на основе трансформаторного масла. *Журнал: IEEE*

Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, том 23, выпуск 6, декабрь 2016.
6. Михаил В. Авдеев, Михаил Баласою, Владимир Л. Аксенов, Владимир М. Гарамус, Йорг Кольбрехер, Даниэль Бица, Ласло Векас. О магнитной структуре магнитита/олеиновой кислоты/бензольных феррожидкостей по данным малоуглового рассеяния нейтронов. *Журнал: Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 2022.
7. Юн Ли, Цзянчжоу Чжоу, Сяотун Тун, Эрик Шнайдер, Сяопин Си. Обзор разработки подготовки и характеристики наножидкостей. *Журнал: Powder Technology*, том 196, стр. 89–101, 2009.
8. Жан-Бернар Эстебан, Мамаду Мустафа, Гислейн Мба, Адольф Изобейе. Исследование влияния наночастиц цинка (ZnO) на переменное напряжение пробоя и кислотный индекс наножидкости на основе метилового эфира пальмового ядра. *Журнал: International Journal of Science and Technology Research*, том 10, выпуск 6, июнь 2021, стр. 262.
9. Мохамед Э. Ибрагим, Абдулла М. Абдель-Эльхади, Мохамед А. Иззуларраб. Влияние наночастиц на прочность на пробой трансформаторного масла: эксперимент и теория. *Журнал: IET Science, Measurement & Technology*, 2016.

SOYUTMA VƏ İZOLASIYA ÜÇÜN NANOMAYE TRANSFORMATOR YAĞINDAN İSTİFADƏ EDİLMƏSİ

Aidə Shahməmmədova[1], LaləTahirova[2]

[1]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti.
Kafedra: "Üzvi maddələr və yüksəkmolekullu birləşmələr texnologiyası"
[1]Dosent, Kimya üzrə fəlsəfə doktoru
https://orcid.org/0000-0002-8795-7758, aida.aliyeva1@gmail.com, (+994) 0557885791
[2]Kafedranın magistrantı, tarlan.allahverdiyev.sh@gmail.com, (+994) 0708154026

XÜLASƏ
Yüksək gərginlikli alternativ cərəyan və yüksək gərginlikli birbaşa cərəyan müxtəlif müəllifləri yüksək gərginliyin artan səviyyələrinə tab gətirə bilən izolyasiya sisteminə diqqət yetirməyə ruhlandırdı; Müxtəlif tədqiqatçılar transformator yağının gücünü və imkanlarını sübut etmək üçün eksperimental iş aparmışlar.
Transformator, tezliyi dəyişdirmədən enerjini bir səviyyədən digərinə ötürən statik bir cihazdır. Bu, transformator yağının transformatorun xidmət müddətini təyin edən əsas komponent olduğu elektrik şəbəkəsinin həyat təminatı sistemidir. Maşının xidmət müddəti izolyasiyanın səviyyəsindən asılıdır və transformatorlarda mineral yağ iki funksiyanı yerinə yetirir: soyutma və izolyasiya və bu funksiyaların hər ikisi transformatorun xidmət müddəti ilə qarşılıqlı əlaqədədir. Mineral yağ yüksək dartılma gücünə və daha yaxşı soyumağa malikdirsə, bu, transformatorların daha uzun xidmət müddətinə səbəb olacaqdır. Gələcəkdə elektrik enerjisinə artan tələbatı ödəmək üçün kiçik transformatorlara ehtiyac olacaq. Mineral neftin işlənməsi dielektrik və istilik xüsusiyyətlərinə görə ən münasibdir [1]. Bütün dünyada transformatorların istismar müddəti dizayn xidmət müddətinə yaxındır və ya ondan artıqdır, ona görə də mövcud aqreqatların etibarlılığı onların izolyasiya sisteminin dizaynından və vəziyyətindən asılıdır [2-4]. Mövcud transformator nasazlığı statistikası göstərir ki, transformatorun orta ömrü 18 ildir ki, bu da proqnozlaşdırılan 36-44 il ömrünün təxminən yarısıdır.
Hal-hazırda enerji sistemlərində əsasən iki növ transformator istifadə olunur: quru tipli transformatorlar və yağla doldurulmuş transformatorlar və bunlar arasında yağla doldurulmuş

transformatorlar paylayıcı sistemlərdə daha çox istifadə olunur [6]. Yağla doldurulmuş transformatorlarda transformator yağı səmərəlilik və enerji ötürmə imkanları baxımından daha yaxşıdır. Neftdən müxtəlif emal və fraksiya distillə prosesləri ilə əldə edilən mineral yağ yüksək dielektrik möhkəmliyə, aşağı elektrik itkilərinə və kimyəvi dayanıqlıq, daha yüksək axma nöqtəsi və aşağı özlülük kimi transformator tətbiqləri üçün bir çox kimyəvi, elektrik və fiziki xüsusiyyətlərə malikdir [7]. Buna görə də, yuxarıda göstərilən xüsusiyyətlərə nail olmaq üçün əsas diqqət transformator yağıdır. Yeniliklərdən biri də mineral yağın elektrik xüsusiyyətlərini yaxşılaşdırmaqla yanaşı, onun dielektrik və istilik xüsusiyyətlərini artırmaq üçün nanotexnologiyanın tətbiqidir.

USING NANOLIQUID TRANSFORMER OIL FOR COOLING AND INSULATION

[1]Aida Shahmammadova, [2]Tarlan Allakhverdiyev

Azerbaijan State University of Oil and Industry
[1]Department: "Technology of organic substances and macromolecular compounds"
Associate Professor, Doctor of Philosophy in Chemistry
https://orcid.org/0000-0002-8795-7758, aida.aliyeva1@gmail.com, (+994) 0557885791
[2]Master's student of the department, tarlan.allahverdiyev.sh@gmail.com, (+994) 0708154026

ABSTRACT

High voltage alternating current and high voltage direct current have inspired different authors to focus on the insulation system that can withstand the increasing level of high voltage; different researchers have done experimental work to prove the strength and capabilities of transformer oil.
A transformer is a static device that transfers energy from one level to another without changing the frequency. It is the life support system of the power grid in which transformer oil is the main component that determines the life of the transformer. The life of the machine depends on the insulation level and in transformers, mineral oil has two functions: cooling and insulation and both these functions are interrelated with the life of the transformer. If the mineral oil has high tensile strength and best cooling, it will lead to an increase in the life of the transformers. To meet the increasing demand for electricity in the future, small size transformers will be required. The development of mineral oil is the most suitable in terms of dielectric and thermal properties [1]. The life of transformers in the world is close to or exceeds the designed life, so the reliability of the existing units depends on the design and condition of their insulation system [2-4]. The available statistics on transformer failures indicate that the average life of transformers is 18 years, which is about half of the projected life of 36-44 years. At present, two types of transformers are mainly used in the power system: dry-type transformers and oil-filled transformers, and among them, oil-filled transformer is the most commonly used in distribution systems [6]. In oil-filled transformers, transformer oil is more suitable in terms of efficiency and power transmission capabilities. Mineral oil, which is obtained from petroleum through various processing and fractional distillation processes, has high dielectric strength, low electrical loss, and many chemical, electrical and physical properties for transformer applications, such as chemical stability, higher pour point, and low viscosity [7]. Therefore, in order to achieve the above properties, the main focus is on transformer oil. One of the innovations is the use of nanotechnology to enhance the dielectric and thermal properties of mineral oil in addition to improving its electrical performance.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0288

CREATION OF NEW TYPES OF MULTIFUNCTIONAL COMPOSITIONS BASED ON CROTONALDEHYDE

Aida Shahmammadova[1], LalaTakhirova[2]

[1]Azerbaijan State University of Oil and Industry.
Department: "Technology of organic substances and macromolecular compounds"
[2]Associate Professor, Doctor of Philosophy in Chemistry
https://orcid.org/0000-0002-8795-7758, aida.aliyeva1@gmail.com, (+994) 0557885791
[2]Master's student of the department, lalejobs@gmail.com, (+994) 0774901324

ABSTRACT

The aldol condensation reaction is one of the most powerful synthetic methods in organic chemistry. It has been the subject of a huge number of publications, which describe in detail the most appropriate conditions for carrying out the reaction, find ways to overcome side reactions, and study stereochemistry. More and more new groups of organic compounds are involved in the reaction. One of these groups is 1,5-diketones. These compounds are easily accessible and reactive substrates for organic synthesis, primarily heterocyclic compounds. It is also well known that the 1,5-diketone motif is widely used in the construction of the A ring of steroids. The involvement of 1,5-diketones in the aldol condensation reaction has made it possible to develop methods for the synthesis of new carbo- and heterocyclic compounds and, in particular, has clarified the pathways for the formation of pyrylium salts from 1,5-diketones.

However, not all groups of 1,5-diketones were involved in the aldol condensation reaction. One of these groups that remained without attention were the so-called "semicyclic" 1,5-diketones - diketones, one of the carbonyl groups of which is in the cycle, and the second is outside the cycle. Asymmetrical cycloaliphatic 1,5-diketones are systems containing unequal active centers, which raises the question of the regiospecificity and regioselectivity of these reactions. Such a structure of substrates opens up new possibilities for constructing molecules of condensation products, since the reactivity of the a-positions in their molecules is different. The solution of these problems creates the prospect of identifying new possibilities in the chemistry of this class of compounds. The work offered for attention is an attempt to fill this gap.

1,5-Dicarbonyl compounds, in particular 1,5-diketones, are widely used in organic synthesis. They are readily available substances, have high and diverse reactivity and can be considered as a convenient starting base for syntheses, primarily of carbocyclic compounds.

A number of methods have been developed for their preparation. One of the main methods for obtaining 1,5-diketones is the Michael reaction.

Base, lithium perchlorate can be used as catalysts; ultrasound stimulation is also used. A variant of the Michael addition is the Robinson reaction.

Keywords: *corrosion inhibitors, metal corrosion, aggressive components, crotonaldehyde, multifunctional compositions, crotonaldehyde, multifunctional compositions.*

Introduction.

Due to their specific 1,5-location of two carbonyl groups, they behave in a unique way in many of the most common and simple reactions of the carbonyl group. A characteristic feature of 1,5-diketones is a clearly expressed tendency to cyclization, including due to intramolecular aldol condensation. Therefore, on the basis of 1,5-diketones, it turned out to be possible to synthesize carbocyclic [1, 2] and heterocyclic compounds [3, 4], as well as other classes of organic compounds [3].

The aldol condensation reaction is one of the important methods for constructing carbon-carbon bonds, and this reaction for monocarbonyl compounds has been studied in detail under both acid and alkaline catalysis [6-8], however, the behavior of dicarbonyl components, especially 1,5-diketones, in this reaction has been studied to a lesser extent. Meanwhile, using this method, it is possible to synthesize substances that are interesting both in themselves and as starting materials for further syntheses [9]. 1,5-diketone molecules contain methylene and carbonyl centers and can undergo both intramolecular and intermolecular aldol condensation.

Direct proof of the position of the double bond was obtained by comparing the ultraviolet absorption spectra of 2,4-dinitrophenylhydrazones of compound (9) and the corresponding saturated ketones (10), obtained from (9) by hydrogenation. It was shown that the positions of the absorption maxima in the UV spectra for 2,4-dinitrophenylhydrazones of sph-unsaturated carbonyl compounds are located in a longer-wavelength region than the absorption maxima of the UV spectra of the corresponding derivatives of saturated carbonyl compounds [10]. This method of proof was chosen because there were simply no other methods. It had to be proven because, in the normal course of crotonic condensation, the double bond would be at the head of the bridge, which is prohibited by Bredt's rule. This reaction subsequently made it possible to obtain cyclic polyolefins (through the formation of oxime and subsequent Beckmann rearrangement), as well as tricyclic bridged systems of the bicycle o [3.3.1] nonane of the croton type. The features of this type of reaction are described in

In the presence of two stereocenters in the molecule of the initial diketone (10), the number of isomeric products also increases [13], which was demonstrated by the difference between the IR and NMR spectra of the compounds [12,13] and the production of different 2,4-dinitrophenylhydrazones and the corresponding oximes. The ratio of the obtained isomers was 9.1:1.5.

Experimental part.

In previous works devoted to the study of aldol condensation of 1,5-diketones with various aldehydes, mainly symmetrical 1,5-diketones such as methylenebiscyclohexanone or 1,5-diphenyl-1,5-pentanedione were used. Their characteristic feature was the close reactivity of the reaction centers of the molecule. "Semicyclic" 1,5-diketones represent completely different systems in this respect. Their molecules contain three different reaction centers: a methylene group of the ring, a methine group of the ring, and a methylene group flanked by an aromatic carbonyl. It could be expected that the result of aldol condensation of "semicyclic" 1,5-diketones with aldehydes would differ significantly from the previously obtained results of condensation of symmetrical 1,5-diketones. 2-(1,3-diphenyl-3-oxopropyl-1)cyclohexanone (101a) and 2-(1,3-diphenyl-3-oxopropyl-1)cyclopentanone [14] were chosen as objects of study. The choice of these compounds was due to their availability and the fact that their behavior in other reactions has been studied quite well.

It was decided to carry out the condensation of diketones [11] with a set of substituted benzaldehydes, since it could be expected that the condensation products with aromatic aldehydes would be crystalline substances easily isolated from the reaction mixtures by conventional chromatographic methods. In addition, it became possible to examine the effect of various substituents in the benzene ring on the course and outcome of the reaction. The reaction of 2-(1,3-diphenyl-3-oxopropyl)cyclohexanone with benzaldehyde was carried out in methylene chloride in the presence of a catalytic system consisting of E13>1. After adding triethylamine to a mixture consisting of a diketone, aldehyde and titanium (IV) chloride, an intensification of the color from light yellow to dark red was observed, which then brightened to orange. The condensation products were isolated by column chromatography

In order to optimize the aldol-crotonic condensation, the interaction between the diketone and the aldehyde was studied under various conditions. Since methylene chloride was recognized as the most optimal solvent for this reaction in the literature, it was decided to use it as a solvent. The condensation reaction was carried out at various temperatures: -78, 0, 20, 40°C. The obtained data are presented in Table 4. Based on the obtained data, it was concluded that the optimal temperature for this reaction is 0°C. Acidic condensation of the diketone with various aromatic aldehydes led to the formation of products [11] and [12] or their mixtures. Product [12] was obtained only with a twofold excess of benzaldehyde. At 0°C the maximum yield of the product equal to 53% was obtained. The structure of the obtained substances was determined by standard physical methods (mass spectrometry, IR spectroscopy, nuclear magnetic resonance using two-dimensional experiments). As an example, data on the compounds are given.

The IR spectrum of compound (174d) (Fig. 1) contains a characteristic set of absorption bands.

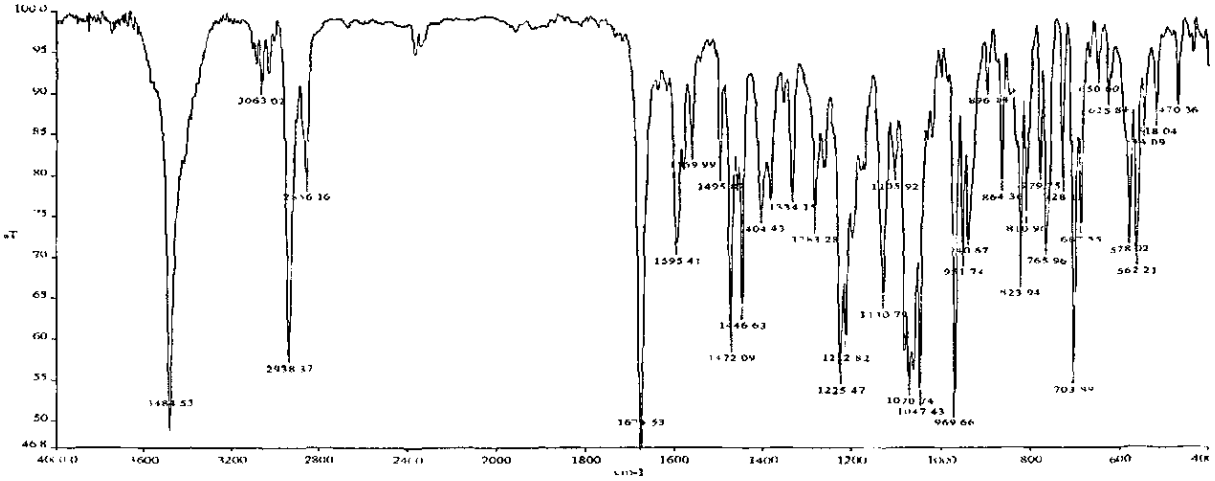


Fig. 1. IR spectrum of compound (174d) The absorption of the hydroxyl group appears at 3484 cm"1, the absorption of the carbonyl group conjugated with the aromatic ring at 1674 cm"1, as well as the corresponding absorption bands of the aromatic substituents.

The proton magnetic resonance spectrum of compound (174d) is shown in Figure 2. The most informative signals in the spectrum are those of carbon atoms C-2, C-3, C-4 in the hydropyran fragment of the molecule and the corresponding signals of protons at these carbon atoms.

Results and discussion.

The structure of the condensation product of benzaldiacetophenone with benzaldehyde in an

acidic medium has been established. It has been shown that carrying out the condensation in sulfuric or phosphoric acid is a new example of a domino reaction. It is shown that the number of condensation products of 2-(1,3-diphenyl-3-oxopropyl-cislopentanone with aromatic aldehydes is determined by the activity of the aromatic aldehyde introduced into the reaction. In the case of the reaction of 1,5-diketone with aldehydes containing donor substituents in the aromatic ring, the product was isolated as a single isomer. When using aromatic aldehydes containing acceptor substituents, the reaction products were isolated as a mixture of isomers.

Based on the studied material, the following conclusions can be drawn:

1. Condensation of 1,5-diketones with aromatic aldehydes is mostly reduced to obtaining crotonic products, and only in isolated cases - aldol products;
2. No studies have been conducted on the condensation of 1,5-diketones with aldehydes in the presence of Lewis acids;
3. Condensation of "semicyclic" 1,5-diketones has been studied to a lesser extent than other types of diketones.

REFERENCE.

1. Акимова Т.И., Косенко С.В., Павленко ЈТ.В., Тиличенко М.Н., Конденсация альдегидов и кетонов XXVI. Щелочная конденсация К-(2-оксоциклогексил)-о 7(2-оксоциклопентил)метанов и 2-гидрокси-8-К-трицикло [7,2,1,0"]-додекан- 12-онов с ароматическими альдегидами // ЖОрХ. - 1993. - Т. 29. - Вып. 2. - С. 287-296.
2. Багрина Н.П., Высоцкий В.И., Сергеева С.А., Денисенко В.А., Герасименко В.Кислотная конденсация 1,3,5-трифенил-1,5-пентандиона с бенз- альдещдом: новая домино-реакция // ЖОрХ. - 2004. - Вып. 40. - С. 510-512.
3. Высоцкий В .И., Калинов С.М., Кузьмин А.И., Наседкин А.В. Щелочная конденсация арилалифатических 3-R-1,5-дикетонов и их 3-фосфааналогов с формальдегидом //ЖОХ. - 1989. - Т. 59. - Вып. 8. - С. 1047-1050.
4. Пчелинцева Н.В., Колеватова Я.Г., Маркова Л.И., Федотова О.В., Решетов П.В. Химия 1,5-дикетонов. Особенности превращений полуциклических 1,5- дикетонов в кислых средах //ЖОрХ. - 2008. - Т. 44. - Вып. 9. - С. 1283-1286.
5. Mahrwald R., Schetter B. Unusual Highly Regioselective Direct Aldol Additions with a Moisture-Resistant and Highly Efficient Titanium Catalyst // Organic Lett. - 2006. - Vol. 8. - № 2. - P. 281-284.
6. Харченко В.Г., Пчелинцева Н.В., Маркова Л.И. 1,5-дикетоны и оксо-1,5- дикетоны в реакциях внутримолекулярной карбоциклизации // ЖОрХ. - 2000. - Т. 36. - Вып. 7.-С. 956-978.
7. Choudhaiy MI., Ranjit R., Atta-ur-Rahman, Shrestha T. M., Yasin A., Parvez M. Leucosceptrine A Novel Sesterterpene with Prolylendopeptidase Inhibitoiy Activity from Leucosceptrum canum // J. Org. Chem - 2004. - V. 69. - № 8. - P. 2906-2909.
8. Харченко, В.Г., Маркова Л.И., Федотова О.В., Пчелинчева Н.В. Реакции 1,5- дикетонов с аммиаком и его замещенными (обзор) // Химия гетероцикл. соедин. - 2003. - № 9. - С. 1283-1304.
9. Chiara J.L., Garcia A., Sesmilo E., Vacas T. l-Silyl-2,6-diketones: Versatile Intermediates for the Divergent Synthesis of Five- and Six-Membered Carbocycles under Radical and Anionic Conditions // Organic Lett - 2006. - V. 8. - № 18. - P. 3935-3938.
10. Osorio-Lozada A., Olivo H.F. Indene-based thiazolidinethione chiral auxiliary for propionate and acetate aldol additions // Organic Lett. - 2008. - V. 10. - № 4. - P. 617-620.
11. Crimmins M.T., King B.W., Tabet E.A., Chaudhaiy K. Asymmetric aldol additions: use of titanium tetrachloride and (-)-sparteine for the soft enolization of N-acyl Oxazolidinones, oxazolidinethiones, and thiazolodinethiones // J. Org. Chem. - 2001. -V.66.- № 3. - P. 894-902.
12. Shimada T., Yoshioka M., Konno T., Ishihara T. Highly stereoselective TiCLr catalized Evans-aldol

and Et_3NAl-Reformatsky reactions. Efficient accesses to optically active syn- or anti-a-trifluoromethyl-|3-hydroxy carboxylic acid derivatives // Organic Lett. - 2006. - V. 8. - № 6. - P. 1129-1131.

KROTONALDEHİD ƏSASINDA YENİ NÖVLƏRİN ÇOXFUNKSİYALI TƏRKİBƏLƏRİNİN YARADILMASI

Aidə Shahməmmədova[1], LaləTahirova[2]
[1]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti.
Kafedra: "Üzvi maddələr və yüksəkmolekullu birləşmələr texnologiyası"
[1]Dosent, Kimya üzrə fəlsəfə doktoru
https://orcid.org/0000-0002-8795-7758, aida.aliyeva1@gmail.com, (+994) 0557885791
[2]Kafedranın magistrantı, lalejobs@gmail.com, (+994) 0774901324

XÜLASƏ

Aldol kondensasiya reaksiyası üzvi kimyada ən güclü sintetik üsullardan biridir. Buna çoxlu sayda nəşrlər həsr edilmişdir, burada reaksiyanın aparılması üçün ən uyğun şərtlər ətraflı təsvir olunur, yan reaksiyaların aradan qaldırılması yolları tapılır və stereokimya öyrənilir. Reaksiyada getdikcə daha çox yeni üzvi birləşmələr qrupları iştirak edir.

Belə qruplardan biri 1,5-diketonlardır. Bu birləşmələr, ilk növbədə, heterosiklik birləşmələrin üzvi sintezi üçün asanlıqla əldə edilə bilən və reaktiv substratlardır. O da məlumdur ki, 1,5-diketon motivi steroidlərin A halqasının tikintisində geniş istifadə olunur. 1,5-diketonların aldol kondensasiya reaksiyasında iştirakı yeni karbo- və heterosiklik birləşmələrin sintezi üsullarını işləyib hazırlamağa imkan verdi və xüsusilə 1,5-diketonlardan pirilium duzlarının əmələ gəlməsi yollarını aydınlaşdırdı.

Bununla belə, bütün 1,5-diketon qrupları aldol kondensasiya reaksiyasında iştirak etməmişdir. Nəzarətsiz qalan belə qruplardan biri, karbonil qruplarından birinin dövrədə, digərinin isə tsikldən kənarda olduğu "yarımsiklik" 1,5-diketonlar adlanan diketonlardır. Qeyri-simmetrik sikloalifatik 1,5-diketonlar qeyri-bərabər aktiv mərkəzləri ehtiva edən sistemlərdir ki, bu da bu reaksiyaların regiospesifikliyi və regioselektivliyi sualını yaradır. Substratların bu quruluşu kondensasiya məhsullarının molekullarının qurulması üçün yeni imkanlar açır, çünki onların molekullarında α-mövqelərinin reaktivliyi fərqlidir. Bu problemlərin həlli bu sinif birləşmələrin kimyasında yeni imkanların müəyyən edilməsi perspektivini yaradır.

Burada təqdim olunan əsər bu boşluğu doldurmaq cəhdidir.

1,5-Dikarbonil birləşmələri, xüsusən də 1,5-diketonlar üzvi sintezdə geniş istifadə olunur. Onlar asanlıqla əldə olunan maddələrdir, yüksək və müxtəlif reaktivliyə malikdirlər və ilk növbədə karbosiklik birləşmələrin sintezi üçün əlverişli başlanğıc baza hesab oluna bilərlər. Onların istehsalı üçün bir sıra üsullar işlənib hazırlanmışdır. 1,5-diketonların alınmasının əsas üsullarından biri Maykl reaksiyasıdır.

Katalizator kimi əsaslar, litium perklorat istifadə edilə bilər. Ultrasəs stimulyasiyasından da istifadə olunur. Maykl əlavəsinin variantı Robinson reaksiyasıdır.

Açar sözlər: *korroziya inhibitorları, metal korroziyası, aqressiv komponentlər, krotonaldehid, çoxfunksiyalı kompozisiyalar*.

СОЗДАНИЕ НОВЫХ ВИДОВ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ КРОТОНАЛЬДЕГИДА

Аида Шахмамедова[1], Лала Тахирова[2]
[1]Азербайджанский Государственный Уриверситет Нефти и промышленности.
Кафедра: "Технология органических веществ и высокомолекулярных соединений", Доцент, доктор философии по химии
https://orcid.org/0000-0002-8795-7758, aida.aliyeva1@gmail.com, (+994) 0557885791
[2]Магистрант кафедры, lalejobs@gmail.com, (+994) 0774901324

РЕФЕРАТ

Реакция альдольной конденсации является одним из самых мощных синтетических методов органической химии. Ей посвящено огромное количество публикаций, в которых детально описаны наиболее целесообразные условия проведения реакции, найдены пути преодоления побочных реакций, изучена стереохимия. В реакцию вовлекаются все новые и новые группы органических соединений.

Одной из таких групп являются 1,5-дикетоны. Эти соединения представляют собой легко доступные и реакционноспособные субстраты для органического синтеза, прежде всего гетероциклических соединений. Хорошо известно также, что 1,5-дикетонный мотив широко используется при построении кольца А стероидов. Вовлечение 1,5-дикетонов в реакцию альдольной конденсации позволило разработать методы синтеза новых карбо- и гетероциклических соединений и, в частности, прояснило пути образования пирилиевых солей из 1,5-дикетонов.

Однако, далеко не все группы 1,5-дикетонов оказались вовлечены в реакцию альдольной конденсации. Одной из таких, оставшихся без внимания групп явились так называемые «семициклические» 1,5-дикетоны — дикетоны, одна из карбонильных групп которых находится в цикле, а вторая — вне цикла. Несимметричные циклоалифатические 1,5-дикетоны представляют собой системы, содержащие неравноценные активные центры, что создает вопрос о региоспецифичности и региоселективности данных реакций. Такое строение субстратов открывает новые возможности построения молекул продуктов конденсации, так как реакционная способность а-положений в их молекулах различна. Решение указанных проблем формирует перспективу выявления новых возможностей химии этого класса соединений.

Предлагаемая вниманию работа представляет собой попытку восполнить этот пробел.

1,5-Дикарбонильные соединения, в частности 1,5-дикетоны, широко используются в органическом синтезе. Они являются легкодоступными веществами, обладают высокой и разнообразной реакционной способностью и могут рассматриваться в качестве удобной исходной основы для синтезов, в первую очередь, карбоциклических соединений.

Был разработан ряд методов для их получения. Одним из основных способов получения 1,5-дикетонов является реакция Михаэля.

В качестве катализаторов могут быть использованы основания, перхлорат лития; также используют стимуляцию ультразвуком. Вариантом михаэлевского присоединения является реакция Робинсона.

Ключевые слова: *ингибиторы коррозии, коррозия металлов, агрессивные компоненты, кротоновый альдегид, многофункциональные композиции.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0294

СИНТЕЗ МЕТИЛ-, 2-ЭТИЛЦИКЛОГЕКСИЛАКРИЛАТОВ

И.М. Гулиева[1], S.T.Тахмазова[2]

[1][Министерство науки и образования Азербайджана им. Ю.Г. Мамедалиева Институт Нефтехимических Процессов, Баку], https://orcid.org/0009-0006-4269-5121, ilaha.guliyeva@asoiu.edu.az
[1][Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Отдел Химические Технологии, Баку]
[2][Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Отдел Химические Технологии, Баку], saratahmazova2002@gmail.com

РЕЗЮМЕ:
В ряде развитых стран мира проводятся исследования, направленные на увеличение производства и расширение ассортимента (мет)акрилатов, что имеет большое научно-практическое значение. В связи с широким применением мономеров на основе (мет)акрилатов, а также получаемых из них полимеров и композитов в различных сферах, ведутся интенсивные исследования по разработке эффективных методов их синтеза. Наличие в их молекулах реакционноспособной двойной связи позволяет использовать их в качестве исходных соединений для синтеза многих важных веществ из различных классов органических соединений. Так, применение (мет)акрилатов в качестве исходных мономеров для получения полимеров, сополимеров и композитов улучшает адгезионные свойства получаемых материалов, а также повышает их полярность.

Мономеры на основе (мет)акрилатов обладают широкой сферой применения и широко используются в производстве высококачественных лаков и красок, в изготовлении покрытий, типографских красок, искусственных зубов в медицине, клеевых составов, а также ламинатов, применяемых в строительстве. Эти соединения, используемые в качестве исходных мономеров для получения различных полимеров, сополимеров и композитов, улучшают свойства полимерных материалов и повышают их полярность. Они находят применение в производстве электропроводников для нагревательных панелей, транспортных средств (автомобилей, железнодорожного транспорта, самолетов, ракет, кораблей, яхт, подводных лодок), резервуаров для хранения различных жидкостей, трубопроводов, артиллерийских стволов, а также в химической и медицинской отраслях, включая получение антибактериальных материалов.

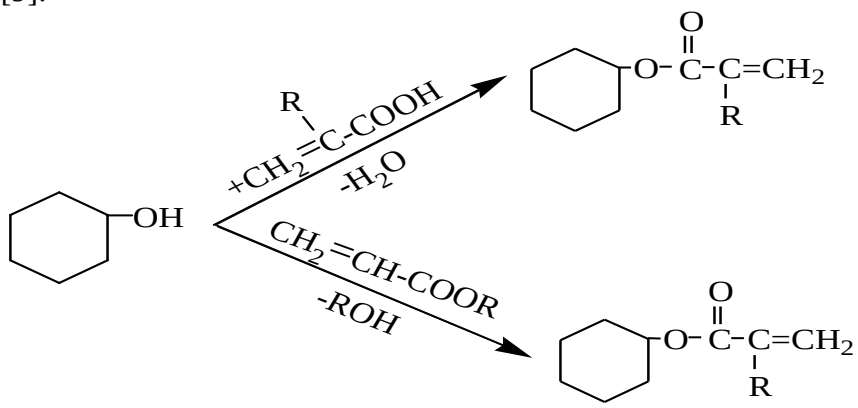
Ключевые слова: эфир, циклогексанол, акриловая кислота, метакриловая кислота, этерификация, мономер

ВВЕДЕНИЕ

Учитывая, что области применения акрилатов с каждым днем расширяются [1-4], продолжая исследования в этом направлении, настоящая статья посвящена разработке метода синтеза акрилатов алкилзамещенных производных циклогексанола.

Согласно современным научным данным, цикло(мет)акрилаты в основном получают в результате реакции этерификации циклических спиртов [8] с соответствующими

кислотами или путем переэтерификации ненасыщенных кислот – акриловой кислоты с циклогексанолом[9]:



R= H, CH_3-

МЕТОДОЛОГИЯ

Все исходные вещества и растворители были предварительно очищены, прокалены и использованы в соответствии с их физико-химическими свойствами, указанными в справочной литературе. Физико-химические характеристики применяемых исходных веществ соответствуют литературным данным [5, 6].

В эксперименте использовались свежепрокаленные исходные вещества, обладающие следующими физико-химическими свойствами:

Физико-химические показатели исходных соединений приведены ниже.

Метилциклогексанол	Темп. Кип 167° С, d_4^{20} 0.9247, n_d^{20} 1.4616
2-этилциклогексанол	Темп. Кип 178° С, d_4^{20} 0.9240, n_d^{20} 1.4601
Акриловая кислота	Темп. Кип 141° С, d_4^{20} 1.0605, n_d^{20} 1.4223
нафталин-1,5-дисульфокислота	Темп. Плав. 240- 245° С

Эксперименты проводились в аппарате Дина-Старка. Реакция этерификации прекращалась после завершения образования воды, затем удалялся растворитель, а катализатор отделялся фильтрованием. Основное вещество выделялось из полученного эфирата путем отгонки в вакуумной дистилляционной установке.

Структура синтезированных акрилатных эфиров была подтверждена методом ИК-спектроскопии в диапазоне 500–4000 $см^{-1}$ с использованием спектрофотометра “Spectrum One” (США).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Учитывая растущие усилия по исследованию синтеза алициклических эфиров, мы изучили реакцию этерификации циклогексанола с акриловой и метакриловой кислотами в присутствии различных катализаторов [5].

Как известно, циклогексил(мет)акрилаты в промышленности в основном производятся в присутствии циклогексанола в присутствии H_2SO_4. Однако этот традиционный катализатор приводит к образованию побочных продуктов. Для этой цели нами в основном проводилась реакция этерификации с использованием в качестве катализатора нафталин-1,5-дисульфокислоты (НДСК) и КУ-2-8.

Изучено влияние выбранных катализаторов на выход реакции. С этой целью была проведена реакция этерификации циклогексанола с акриловой кислотой и определено влияние используемых катализаторов на выход циклогексил(мет)акрилата. Полученные результаты приведены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, в реакции этерификации циклогексанола с акриловой кислотой наибольший результат показала НДСК. На этот раз выход эфира составил 75,6%. Количество катализаторов принималось равным 3% в пересчете на акриловую кислоту.

Таблица 1. Влияние катализаторов на выход акрилата, полученного в результате реакции этерификации циклогексанола (ЦГ) с акриловой кислотой (АК) (гидрохинон – 0,1% от массы АК).

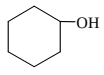
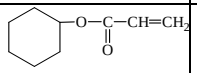
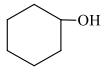
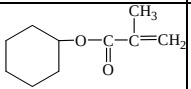
Катализаторы		Исходные соединения		Условие реакции		Циклогексил-акрилат	
Названия	Количество	ЦГ, г	АК, г	t, °C	τ	q	%
КУ-2-8	2.16	100.0	72.0	80-85	3	106.1	68.9
Нафталин-1,5-дисульфокислота	2.16	100.0	72.0	80-85	3	147.2	75.6

Мы изучили влияние количества катализаторов на реакцию этерификации для достижения максимального выхода.

Выход циклогексилакрилата варьировался в зависимости от количества катализаторов, используемых в реакции этерификации циклогексанола с акриловой кислотой. Так, если при использовании в качестве катализатора 6% КУ-2-8 образуется 79,0% эфира, то при использовании 4% НДСК выход достигает 96,2% (табл.2).

По полученным результатам установлено, что наиболее эффективным из использованных катализаторов является нафталин-1,5-дисульфокислота. В результате проведенных исследований установлено, что выход эфиров акриловой кислоты в реакции этерификации выше, чем выход эфиров метакриловой кислоты. Поэтому в качестве катализатора в реакции этерификации алкилпроизводных циклогексанола с акриловой кислотой также использовали 4% НДСК. Полученные результаты приведены в таблице 3.

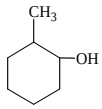
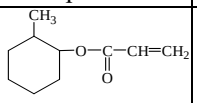
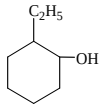
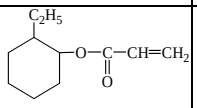
Таблица 2. Результаты реакции этерификации циклогексанола с (мет)акриловыми кислотами (100 мл бензола, катализатор нафталин-1,5-дисульфокислота – 4% от массы АК)

Исходные соединения				Условие реакции		Полученные эфиры		
Циклический спирт		Мет)акриловая кислота						
Строение	Г	Строение	г	t, °C	τ	Строение	г	%
	100.0	CH_2=CH-COOH	72.0	80-85	3		147.2	95.6
	100.0	CH_2=C(CH$_3$)-COOH	86.0	80-85	3		151.2	90.0

Нами проведена этерификация алкилметильных и этильных производных циклогексанола акриловой кислотой с использованием активности катализатора НДСТ. В

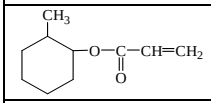
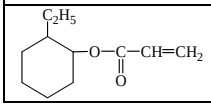
качестве ингибитора для предотвращения полимеризации в реакционной среде использовался гидроксихинон.

Таблица 3. Результаты этерификации алкилзамещенного циклогексанола акриловой кислотой (бензол 100 мл, катализатор нафталин-1,5-дисульфокислота-4% АТ):

Исходные соединения				Условие реакции		Полученные эфиры		
Циклический спирт		Акриловая кислота						
Строение	Г	Строение	г	t, °C	τ	Строение	г	%
	114.0	CH_2=CH-COOH	72.0	80-85	3		151,3	91.2
	128.0	CH_2=CH-COOH	72.0	80-85	3		162.8	90.6

Определены физико-химические показатели полученных веществ, которые приведены в таблице 4.

Таблица 4. Физико-химические свойства алкилакрилатов:

Строение эфиров	Мол.Масс	Темп.Кип.,°C/ 35 мм рт.ст	d_4^{20}	n_d^{20}
	168.2	117-118	0.9669	1.4626
	182.3	131-132	0.9665	1.4687

Структура веществ подтверждена методами ИК-спектроскопии.

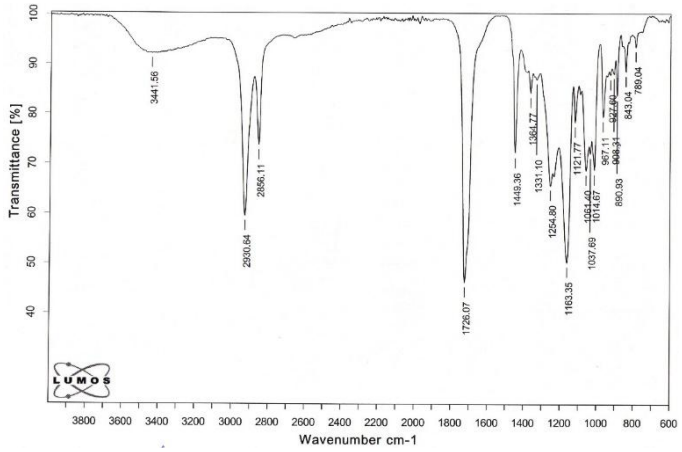


Рисунок 1. ИК-спектры мономера метилциклогексилакрилата

Полосы поглощения, указывающая на наличие эфирной группы в молекуле, появляется при 1720 и 1240 $см^{-1}$. При 890 $см^{-1}$ наблюдались полосы, подтверждающие наличие винильных и винилиденовых групп.
Таким образом, полученные результаты исследований могут способствовать повышению эффективности реакций этерификации циклических спиртов с акриловыми кислотами и разработке более эффективных методов для промышленного применения.

Список литературы

1. Курбанова М.А., Тиллаев А.Т. Антипирены на основе акрилатов // UniChem2022, 6(96)
2. Sachinjith K. R., Krishna K. R. Swathi. A review on types of nanocomposites and their applications // International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology, 2018, V.
3. Knebel Joakhim. Method of obtaining (met)acrylic acid ethers. Pat. RU 2515985 C2. Publ. Date 20.05.2014
4. https://www.exportgenius.in/blog/acrylic-acid-world-market-outlook-acrylic-acid-global-trade-statistics-176.php
5. Гороновский И.Т., Назаренко Ю.П., Некряч Е.Ф. Краткий справочник по химии. Киев: Наук. Думка. 1974. 991с
6. Справочник химика. Из-во «Химия», Ленинград, Москва, 1964. Т. II. 1167 с.

SYNTHESİS OF METHYL-, 2-ETHYLCYCLOHEXYL ACRYLATES

I.M. Guliyeva[1], S. T. Tahmazova

[1][Academician Y.H. Mammadaliyev İnstitute of Petrochemical Processses of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku], https://orcid.org/0009-0006-4269-5121, ilaha.guliyeva@asoiu.edu.az
[1][Azerbaijan State Oil and İndustry University, Department of Chemical Technology, Baku]
[2][Azerbaijan State Oil and İndustry University, Department of Chemical Technology, Baku],], saratahmazova2002@gmail.com

ABSTRACT:
In several developed countries, research is being conducted to increase production and expand the range of (meth)acrylates, which has significant scientific and practical importance. Due to the wide application of monomers based on (meth)acrylates, as well as the polymers and composites derived from them in various fields, intensive studies are being carried out to develop efficient synthesis methods. The presence of a reactive double bond in their molecules allows them to be used as starting compounds for the synthesis of many important substances from various classes of organic compounds.

The use of (meth)acrylates as starting monomers for the production of polymers, copolymers, and composites enhances the adhesive properties of the resulting materials and increases their polarity. Monomers based on (meth)acrylates have a wide range of applications and are extensively used in the production of high-quality varnishes and paints, coatings, printing inks, artificial teeth in medicine, adhesives, and laminates used in construction. These compounds, when used as initial monomers for obtaining various polymers, copolymers, and composites,

improve the properties of polymeric materials and increase their polarity. They are applied in the production of conductors for heating panels, transportation vehicles (cars, railway transport, airplanes, rockets, ships, yachts, submarines), storage tanks for various liquids, pipelines, artillery barrels, as well as in the chemical and medical industries, including the development of antibacterial materials.

Keywords: *ester, cyclohexanol, acrylic acid, methacrylic acid, esterification, monomer.*

METIL-, 2-ETILTSIKLOHEKSIL AKRILATLARIN SINTEZI

İ.M.Quliyeva[1], S.T.Taxmazova[2]

[1][Azərbaycan Respublikasının Elm və Təhsil Nazirliyi Y.H. Məmmədəliyeva adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu, Bakı], https://orcid.org/0009-0006-4269-5121, ilaha.guliyeva@asoiu.edu.az
[1][Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kimya Texnologiyaları Fakültəsi, Bakı]
[2][Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kimya Texnologiyaları Fakültəsi, Bakı], saratahmazova2002@gmail.com

XÜLASƏ

Bir sıra inkişaf etmiş ölkələrdə (met)akrilatların istehsalının artırılmasına və çeşidinin genişləndirilməsinə yönəlmiş tədqiqatlar aparılır ki, bu da böyük elmi-praktik əhəmiyyətə malikdir. (met)akrilatlar əsasında monomerlərin, eləcə də onlardan alınan polimerlərin və kompozitlərin müxtəlif sahələrdə geniş tətbiqi ilə əlaqədar onların sintezinin effektiv üsullarının işlənib hazırlanması istiqamətində tədqiqatlar aparılır. Molekullarında reaktiv ikiqat bağın olması onları müxtəlif sinif üzvi birləşmələrdən bir çox vacib maddələrin sintezi üçün başlanğıc birləşmələr kimi istifadə etməyə imkan verir. Beləliklə, polimerlərin, sopolimerlərin və kompozitlərin istehsalı üçün başlanğıc monomerlər kimi (met)akrilatların istifadəsi yaranan materialların yapışdırıcı xüsusiyyətlərini yaxşılaşdırır və həmçinin onların polaritesini artırır.

(Meth)akrilatlar əsasında monomerlər geniş tətbiq sahəsinə malikdir və yüksək keyfiyyətli lak və boyaların istehsalında, örtüklərin, çap mürəkkəblərinin, tibbdə süni dişlərin, yapışdırıcıların, tikintidə istifadə olunan laminatların istehsalında geniş istifadə olunur. Müxtəlif polimerlərin, sopolimerlərin və kompozitlərin istehsalı üçün başlanğıc monomer kimi istifadə edilən bu birləşmələr polimer materialların xassələrini yaxşılaşdırır və onların polaritesini artırır.

Onlar istilik panelləri, nəqliyyat vasitələri (avtomobillər, dəmir yolu nəqliyyatı, təyyarələr, raketlər, gəmilər, yaxtalar, sualtı qayıqlar), müxtəlif mayelərin saxlanması üçün çənlər, boru kəmərləri, artilleriya çəlləkləri üçün elektrik keçiricilərinin istehsalında, həmçinin kimya və tibb sənayesində, o cümlədən antibakterial materialların istehsalında istifadə olunur.

Açar sözlər: *efir, tsikloheksanol, akril turşusu, metakril turşusu, esterləşmə, monomer*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0300

АЛКИЛИРОВАНИЕ АРОМАТИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ АЛКЕНОМ В ПРИСУТСТВИИ КАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ МЕЗОПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

С.Г. Амиров[1], Ф.Н.Пириева[2]

[1][Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, доц., к.х.н, химико-технологический факультет, Баку, Азербайджан], https://orcid.org/0009-0000-0692-9396 , sabir.54@mail.ru
[2][Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, химико-технологический факультет, Баку, Азербайджан], https://orcid.org/0009-0009-7899-4811 , pirievaf@list.ru

РЕЗЮМ

Алкилирование ароматических соединений алкенами в присутствии катализаторов на основе мезопористых материалов является важным процессом в органической химии, используемым для синтеза разнообразных алкилароматических соединений, которые находят широкое применение в химической, нефтехимической, фармацевтической и косметической промышленности. Этот процесс представляет собой важную стадию в производстве ароматических углеводородов, таких как толуол, ксилол, а также других ценных химических продуктов.

Мезопористые материалы, такие как мезопористые силикагели, алюмосиликаты и углеродные материалы, обладают уникальной пористой структурой с размерами пор в пределах от 2 до 50 нм, что обеспечивает их высокую каталитическую активность и стабильность. Эти материалы могут эффективно активировать алкены, что способствует повышению скорости реакции и селективности образования продуктов. Кроме того, мезопористые катализаторы часто демонстрируют улучшенные свойства по сравнению с традиционными катализаторами, такими как кислые цеолиты или металлические катализаторы, благодаря своей высокой поверхности и возможности контроля размера и распределения пор.

Механизм реакции алкилирования ароматических соединений с алкенами включает несколько этапов, таких как активация алкена, образование карбкатиона, который затем вступает в реакцию с ароматическим соединением, приводя к образованию алкилароматического продукта. Важно, что мезопористые катализаторы позволяют добиться высокой селективности реакции, минимизируя образование побочных продуктов.

В работе также рассматривается влияние различных факторов, таких как структура мезопористого материала, состав активных центров и условия реакции, на эффективность катализируемого процесса. Обсуждаются перспективы использования таких катализаторов для создания экологически чистых и экономически выгодных технологий синтеза алкилароматических соединений, а также их потенциал в промышленности.

Ключевые слова: *Алкилирование, ароматические соединения, алкены, катализаторы, мезопористые материалы, реакционная активность, стабильность катализаторов, нефтехимия, органический синтез, пористые материалы.*

Введение

Процесс алкилирования ароматических соединений с применением катализаторов на основе мезопористых материалов приобретает особую значимость в контексте растущей потребности нефтехимической промышленности в производстве высококачественных углеводородных продуктов с улучшенными эксплуатационными свойствами.Разработка новых катализаторов, предоставляющих высокую активность, селективность и стабильность в условиях промышленного процесса, является ключевым направлением для разработки более эффективных и экономичных технологий. Оптимизация процесса алкилирования с применением мезопористых катализаторов стимулирует к улучшению экологической ситуации и снижению производственных затрат.

Синтез и модификация катализаторов: Синтез мезопористых материалов (силикагели, алюмосиликаты, углеродные материалы) с использованием метода сол-гель и карбонизации. Модификация катализаторов добавлением активных центров (металлы, кислые группы) для улучшения активности и селективности.

Характеризация катализаторов: Физико-химическая характеристика катализаторов с использованием методов БЕТ-адсорбции, Х-дифракции, ИК-спектроскопии и микроскопии (SEM, TEM). Оценка кислотно-основных свойств с помощью аммиачной десорбции.

Проведение реакции алкилирования: Реакции алкилирования проводились с ароматическими соединениями (бензол, толуол, ксилол) и алкенами (этилен, пропилен, бутен) в присутствии мезопористых катализаторов при различных температурах и давлениях. Измерялись выходы продуктов и селективность реакции, а также проводился кинетический анализ.

Анализ продуктов реакции: Продукты реакции анализировались с помощью газовой хроматографии (ГХ) и масс-спектрометрии (МС) для качественного и количественного определения состава.

Оценка стабильности и регенерации катализаторов: Проводилось многократное использование катализаторов для оценки их долговечности и стабильности. Регенерация катализаторов была выполнена при высоких температурах для восстановления активности.

Цель работы:

Цель данной работы заключается в исследовании процесса алкилирования ароматических соединений алкенами с использованием мезопористых катализаторов, анализе их физико-химических характеристик и оценке воздействия различных факторов на эффективность реакции. Также ставится задача разработки методики синтеза катализаторов с улучшенными свойствами для повышения выхода целевых продуктов и стабильности катализаторов.

Методы.

1. Синтез мезопористых катализаторов:

Приготовление мезопористых материалов (например, силикагеля, алюмосиликатов, углеродных материалов) с различными размерами пор и структурами. Это может включать использование таких методов, как сол-гель метод, осаждение, инкапсуляция и др.

Модификация катализаторов для улучшения их активности и селективности, например, путем введения активных центров, таких как металлы или кислые группы.

2. Характеризация катализаторов:

Физико-химический анализ с использованием различных методов для определения

структуры и свойств катализаторов. Например, использование:
* Методов порометрии для оценки размеров пор и поверхности.
* X-дифракции (XRD) для изучения кристаллической структуры.
* Микроскопии (SEM, TEM) для исследования морфологии и распределения пор.
* ИР-спектроскопии для анализа функциональных групп на поверхности.

3. Изучение процесса алкилирования:

Проведение реакций алкилирования ароматических соединений с различными алкенами при различных температурных и каталитических условиях.
Оптимизация параметров реакции, таких как температура, давление, соотношение реагентов, время реакции и количество катализатора.
Кинетическое изучение реакции для определения порядка реакции и активационных энергий.
Использование различных ароматических соединений (например, бензол, толуол, ксилол) и алкенов (этилен, пропилен, бутен) для изучения их влияния на эффективность процесса.

4. Анализ продуктов реакции:

Качественный и количественный анализ продуктов реакции с использованием хроматографических методов (например, газовая хроматография (ГХ), жидкостная хроматография (ЖХ)).
Идентификация и определение состава продуктов с помощью спектроскопии (МС, ЯМР, ИК).
Оценка селективности процесса и образование побочных продуктов.

5. Оценка активности катализаторов:

Тестирование долговечности и стабильности катализаторов при многократных циклах реакции для оценки их каталитической активности и устойчивости.
Исследование регенерации катализаторов после их использования в реакции для восстановления их активности.

6. Сравнительный анализ:

Сравнение эффективности мезопористых катализаторов с традиционными катализаторами (цеолитами, металлическими катализаторами) для процесса алкилирования.
Оценка экономической целесообразности и экологической безопасности использования мезопористых катализаторов в промышленности.

7. Моделирование и прогнозирование:

Термодинамическое моделирование реакции для предсказания оптимальных условий.
Кинетическое моделирование для изучения влияния различных факторов на скорость реакции и механизмы процесса.

Результаты.

Синтез и характеристика мезопористых катализаторов. Были синтезированы различные типы мезопористых материалов, такие как мезопористые силикагели, алюмосиликаты и углеродные материалы, с разнообразной пористой структурой (размер пор 2–50 нм).
Проведены физико-химические характеристики катализаторов с использованием методов порометрии, X-дифракции, ИК-спектроскопии и электронного микроскопирования. Выявлено, что катализаторы с оптимальной пористостью и большим удельным объемом пор обладают высокой каталитической активностью в реакции алкилирования.
Оптимизация условий реакции алкилирования. Проведено изучение условий реакции

алкилирования ароматических соединений с различными алкенами. Выявлено, что температура, соотношение реагентов, а также тип алкена играют ключевую роль в селективности и выходах продуктов.

Определены оптимальные условия для алкилирования, обеспечивающие высокую степень конверсии алкена и селективность к основным продуктам (например, алкилароматические углеводороды).

Кинетика реакции. Осуществлено кинетическое исследование реакции алкилирования на мезопористых катализаторах. Получены данные о порядке реакции по ароматическому соединению и алкену, а также о значении активационной энергии.

Выявлено, что реакция протекает согласно механизмам электрофильного ароматического замещения с образованием карбкатиона, что подтверждается кинетическими и спектроскопическими данными.

Оценка эффективности катализаторов. Проведено сравнение эффективности мезопористых катализаторов с традиционными катализаторами, такими как цеолиты и металлические катализаторы. Мезопористые катализаторы показали более высокую селективность и стабильность, а также меньшую склонность к образованию побочных продуктов.

Исследована долговечность катализаторов. Мезопористые материалы демонстрировали высокую устойчивость и способность сохранять активность при многократном использовании, что указывает на их долгосрочную эксплуатационную пригодность.

Продукты реакции и их состав. Продукты реакции были проанализированы с помощью газовой хроматографии и спектроскопии. Установлено, что алкилирование приводит к образованию алкилароматических углеводородов в высоких выходах с минимальными побочными продуктами.

В зависимости от условий реакции, получены различные алкилароматические соединения, такие как толуол, ксилол и их производные, с высокими степенями чистоты.

Экологическая и экономическая оценка. Оценена экологическая безопасность использования мезопористых катализаторов в процессе алкилирования. Использование этих катализаторов позволяет снизить образование побочных продуктов и улучшить экономическую эффективность за счет их регенерации и многократного использования.

Мезопористые катализаторы продемонстрировали потенциал для создания более экологически чистых процессов в сравнении с традиционными методами алкилирования, что делает их перспективными для промышленного применения.

Рекомендации для промышленного применения. Даны рекомендации по использованию оптимизированных мезопористых катализаторов для масштабирования процесса алкилирования в промышленности. Мезопористые катализаторы могут быть интегрированы в существующие технологические схемы для улучшения эффективности и сокращения затрат на сырье и энергию.

Литература:

1. Дж. А. Мулейн, М. Макке, А. ван Дипен, "Химическая технология процессов," Wiley, 2013.
2. Дж. Л. Г. Фьерро, "Катализ в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности," Elsevier, 2006.

3. П. Г. Смирниотис, "Катализ: Принципы и приложения," Wiley-Interscience, 2007.
4. К. С. С. Р. Анжанейулу, "Мезопористые катализаторы в синтезе fine chemicals," Wiley-VCH, 2011.
5. И. М. Мудраковски, "Мезопористые материалы и катализ," Elsevier, 2015.

Aromatik birləşmələrin mezoməsaməli materiallar əsasında hazırlanmış katalizatorların iştirakında alkenlərlə alkilişdirilməsi

S.Q.Əmirov[1], F.N.Piriyeva[2]

[1][Azərbaycan Dövlət Neft və sənayə Universiteti, dos ,Kimya texnologiya fakultəsi, Bakı Azərbaycan],
https://orcid.org/0009-0000-0692-9396 , sabir.54@mail.ru
[2][Azərbaycan Dövlət Neft və sənayə Universiteti, Kimya texnologiya fakultəsi, Bakı Azərbaycan],
https://orcid.org/0009-0009-7899-4811 , pirievaf@list.ru

XÜLASƏ

Mezoporoz katalizatorların iştirakı ilə aromatik birləşmələrin alkenlərlə alkilasiyası üzvi kimyada mühüm prosesdir, kimya, neft-kimya, əczaçılıq və kosmetika sənayesində geniş istifadə olunan müxtəlif alkil aromatik birləşmələrin sintezi üçün istifadə olunur._Bu proses toluol, ksilen və digər qiymətli kimya məhsulları kimi aromatik karbohidrogenlərin istehsalında mühüm addımdır.
Mezoporozlu materiallar, məsələn, mezoporozlu silikagellər, alüminosilikatlar və karbon materialları məsamə ölçüləri 2 ilə 50 nm arasında dəyişən unikal məsaməli struktura malikdir ki, bu da onların yüksək katalitik aktivliyini və sabitliyini təmin edir._Bu materiallar alkenləri effektiv şəkildə aktivləşdirə bilər ki, bu da reaksiya sürətini və məhsulun formalaşmasının seçiciliyini artırır. Bundan əlavə, mezoporoz katalizatorlar yüksək səth sahəsinə və məsamələrin ölçüsünə və paylanmasına nəzarət etmək qabiliyyətinə görə tez-tez turşu seolitləri və ya metal katalizatorlar kimi ənənəvi katalizatorlara nisbətən təkmilləşdirilmiş xüsusiyyətlər nümayiş etdirirlər._Aromatik birləşmələrin alkenlərlə alkilləşmə reaksiyasının mexanizmi alkenin aktivləşməsi, daha sonra aromatik birləşmə ilə reaksiyaya girərək alkil aromatik məhsulunun əmələ gəlməsinə səbəb olan karbokasiyanın əmələ gəlməsi kimi bir neçə mərhələni əhatə edir. Mezoporoz katalizatorların əlavə məhsulların əmələ gəlməsini minimuma endirməklə yüksək reaksiya seçiciliyinə nail olmaq imkanı verməsi vacibdir._İşdə həmçinin müxtəlif amillərin, məsələn, mezoporoz materialın quruluşu, aktiv sahələrin tərkibi və reaksiya şəraitinin katalizləşdirilmiş prosesin səmərəliliyinə təsiri araşdırılır. Alkil aromatik birləşmələrin sintezi üçün ekoloji cəhətdən təmiz və qənaətcil texnologiyaların yaradılması üçün belə katalizatorlardan istifadə perspektivləri, habelə onların sənayedə potensialı müzakirə olunur.

Açar sözlər: *Alkilləşmə, aromatik birləşmələr, alkenlər, katalizatorlar, mezoməsaməli materiallar, reaktivlik, katalizator dayanıqlığı, neft kimyası, üzvi sintez, məsaməli materiallar*.

ALKYLATION OF AROMATIC COMPOUNDS WITH ALKENE IN THE PRESENCE OF CATALYSTS BASED ON MESOPOROUS MATERIALS

S.Q.Amirov[1], F.N.Piriyeva[2]

[1][Azerbaijan State University of Oil and Industry, Assoc. Prof., Ph.D., Faculty of Chemical Engineering, Baku, Azerbaijan]], https://orcid.org/0009-0000-0692-9396 , sabir.54@mail.ru
[2][Azerbaijan State University of Oil and Industry, Faculty of Chemical Engineering, Baku, Azerbaijan], https://orcid.org/0009-0009-7899-4811 , pirievaf@list.ru

ABSTRACT

Alkylation of aromatic compounds with alkenes in the presence of catalysts based on mesoporous materials is an important process in organic chemistry used for the synthesis of various alkylaromatic compounds that find wide application in the chemical, petrochemical, pharmaceutical and cosmetic industries._This process is an important step in the production of aromatic hydrocarbons such as toluene, xylene, and other valuable chemical products.

Mesoporous materials such as mesoporous silica gels, aluminosilicates, and carbon materials have a unique porous structure with pore sizes ranging from 2 to 50 nm, which ensures their high catalytic activity and stability.These materials can effectively activate alkenes, which helps to increase the reaction rate and selectivity of product formation. In addition, mesoporous catalysts often show improved properties compared to traditional catalysts such as acidic zeolites or metal catalysts due to their high surface area and the ability to control the pore size and distribution.The mechanism of the alkylation reaction of aromatic compounds with alkenes includes several steps, such as activation of the alkene, formation of a carbocation, which then reacts with the aromatic compound, leading to the formation of an alkylaromatic product. Importantly, mesoporous catalysts allow achieving high selectivity of the reaction, minimizing the formation of by-products._The paper also examines the influence of various factors, such as the structure of the mesoporous material, the composition of the active centers, and the reaction conditions, on the efficiency of the catalyzed process. The prospects for using such catalysts to create environmentally friendly and cost-effective technologies for the synthesis of alkylaromatic compounds, as well as their potential in industry, are discussed.

Keywords: *Alkylation, aromatic compounds, alkenes, catalysts, mesoporous materials, reactivity, catalyst stability, petrochemistry, organic synthesis, porous materials.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0306

СИНТЕЗ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ ОСНОВАНИЙ МАННИХА

[1]Эльдар. Г. Мамедбейли, [2]Иса. А. Джафаров, [2]Камала О. Искендерова, [2]Салига Н.Гахраманова

[1]Институт Нефтехимических процессов МНО Азербайджанской Республики, AZ 1025,. Баку, пр. Ходжалы 30
[2]Азербайджанский государственный педагогический университет, AZ 1000, Баку, ул. У. Гаджибекова 68
*eldar_mamedbeyli@mail.ru

РЕЗЮМ

Осуществлены синтез и исследование биологический активности новых серсодержащих оснований Манниха. С этой целю вначале был синтезорован ранее неизвестный серосодержащий спирт 1-октилтиооктан-2-ол на основе реакции октанола с 1-бромоктан-2-олом. Реакция проводится в щелочной среде (40%-ный водный раствор NaOH) при температуре 55-60°C в течение 3-4 ч с использованием эквимолярного соотношения исходных веществ октантиола и 1-бромоктан-2-ола. Выход целевого соединения составляет 44.6 г (65%). Далее конденсацией по Манниху синтезированного спирта с формалъдегидом и вторичными аминами (с диетиламин, дибутиламин,пиперидин, морфолин, гексаметиленимин) получены новые представители аминометокси производных 1-октилтиооктан-2-ола. Реакция приводится при еквимолярным соотнощени исходных вtществ, при температуре 40-50°C, в течение 3-4 ч. Выход полученных соединении составляет 71-78%. Полученные аминометоксипризводные испытаны в качетсве антимикробных препаратов в медицине. Определены физики-химические данные синтизированых соединений. Для определения структуры полученных соединений использовали методы элементного анализа, ИК-, ЯМР ^{1}H спектроскопии и масс-спектрометрии. В ИК спектре серосодержащего спирта наблюдается полоса поглощения, характерная для гидроксильной группы, в области 3320 см$^{-1}$. Однако в ИК спектрах синтезированных оснований Манниха данная полоса поглощения отсутствует. В спектрах этих соединений в области 1260-1190 см$^{-1}$ наблюдается полоса поглощения, соответствующая валентным колебаниям группы R_3N. Для изучения антимикробной активности синтезированных оснований Манниха использовали метод дисковой диффузии. Синтезированные соединения обладают высокой антимикробной активностью в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий (*S.aureus, E.coli, P.aeruginosa, K.pneumoniae*), а также дрожжеподобных грибов рода *Candida* в сравнении с эталонами (риванол, фурацилин, карболовая кислота, хлорамин). На основании полученных результатов синтезированные соединения предложены для применения в качестве антимикробных препаратов.

Ключевые слова: *серосодержащие соединения, реакция Манниха, основания Манниха, аминометокси соединения, вторичные амины, биологическая активность.*

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время получение соединений, содержащих гетероатомы, такие как азот, сера и кислород, которые широко применяются в различных отраслях народного хозяйства, представляет большую актуальность. Существует большая потребность в синтезе органических соединений, используемых в медицине, сельском хозяйстве и различных бытовых сферах [1]. Получение таких соединений на основе легко доступного местного сырья экологически и экономически выгодными методами имеет как научное, так и практическое значение [2, 3].

Соединения, содержащие серуи аминогруппу, проявляют более высокую антимикробную активность. Это объясняется наличием в их структуре двух фармакофорных групп. Аминометильные производные органических соединений различных классов используются против злокачественных опухолей, для нормализации кровяного давления, в лечении болезни Паркинсона, а также в качестве препаратов против малярии. Такие препараты также обладают антидепрессивными свойствами, и кроме того, применяются в качестве спазмолитических и анестезирующих средств [4-6].

Среди наиболее удобных методов получения, функционально замещённых аминометоксипроизводных выделяется, трёхкомпонентная одностадийная реакция Манниха.

В реакции Манниха в качестве исходных веществ используются разнообразные субстраты, обладающие активным атомом водорода, а также аминные и альдегидные компоненты, что позволяет получать многофункциональные основания Манниха с широким спектром свойств, включая бактерицидные и фунгицидные свойства [7, 8, 16-18].

Так, в работе [9] показана эффективная, простая и однореакторная реакция Манниха для синтеза циклизованных 2-метил-6-замещенных-6,7-дигидро-5H-*S*-триазоло[5,1-b]-1,3,5-тиадиазинов через реакцию 5-метил-1H-*S*-триазол-3-тиола с формальдегидом и первичными алифатическими аминами в этаноле при комнатной температуре, в то время как с первичными ароматическими аминами были получены нециклизованные 3-метил-1-[(замещенный-амино)метил]-1H-*S*-триазол-5-тиолы. В условиях реакции Манниха 4-амино-3-метил-*S*-триазол-5-тиол реагировал с формальдегидом только в кипящем этаноле или при комнатной температуре с образованием 3-метил-5,6-дигидро-*S*-триазоло[3,4-b]-1,3,4-тиадиазола без включения вторичного амина. Кроме того, после реакции соединения 8 с ароматическими альдегидами в различных условиях реакции были получены нециклизованные основания Шиффа. Таким образом, реакция этих оснований Шиффа с первичными или вторичными аминами с формальдегидом в этаноле при комнатной температуре дала соответствующие основания Манниха. Структуры всех новых соединений были подтверждены с помощью спектрального анализа. Кроме того, большинство синтезированных производных показали высокую эффективность для удаления Pb^{2+}, Cd^{2+}, Ca^{2+} и Mg^{2+} из водных растворов, а также антимикробную активность.

Реакция 5-(3,4-диметоксифенил)-1,3,4-оксадиазол-2(3H)-тиона с раствором формальдегида и первичными ароматическими аминами или 1-замещенными пиперазинами в этаноле при комнатной температуре приводила к соответствующим основаниям N-Манниха 3-ариламинометил-5-(3,4-диметоксифенил)-1,3,4-оксадиазол-2(3H)-тионы или 3-[(4-замещенный пиперазин-1-ил)метил]-5-(3,4-диметоксифенил)-1,3,4-

оксадиазол-2(3H)-тионы соответственно [10]. Ингибирующая активность *in vitro* полученных соединений была оценена против патогенных грамположительных, грамотрицательных бактерий и дрожжеподобного патогенного грибка *Candida albicans*. Пиперазинометильные производные проявили широкий спектр антибактериальной активности [минимальная ингибирующая концентрация (МИК) 0.5–8 мкг/мл], а остальные соединения проявили мощную активность против тестируемых грамположительных бактерий. Кроме того, антипролиферативная активность соединений была оценена против клеточных линий рака простаты (PC3), колоректального рака человека (HCT-116), гепатоцеллюлярной карциномы человека (HePG-2), эпителиоидной карциномы человека (HeLa) и рака молочной железы человека (MCF7). Оптимальная антипролиферативная активность была достигнута для некоторых из синтезированных соединений.

Сообщается [11], что молекула изатина присутствует во многих природных веществах, включая растения и животных, и используется для получения соединений с различной биологической активностью. Цель этого исследования заключалась в синтезе новой серии производных изатина с ожиданием, что они будут обладать антимикробной активностью. Тиазольные основания Шиффа были синтезированы из различных оснований Манниха изатина для оценки их антимикробных свойств. Первоначально основания Манниха были синтезированы путем реакции изатина с формальдегидом и различными вторичными аминами. Затем их обрабатывали 2-аминотиазолом для получения конечных соединений. Спектроскопическая характеристика была выполнена с помощью FT-IR и ^{1}H-NMR. Проведен скрининг антимикробной активности всех производных. Молекулярный стыковочный анализ и анализ ADMET были выполнены для конечных соединений, сравнивая их со стандартными препаратами (ципрофлоксацином и флуконазолом). Антимикробная активность была оценена на двух грамположительных бактериях, *Staphylococcus aureus* и *Bacillus licheniformis*; двух грамотрицательных бактериях, *Escherichia coli* и *Acinetobacter baumannii*; и одном виде грибка, *Candida albicans*. Молекулярный стыковочный метод зарегистрировал более высокие баллы стыковки для некоторых из соединений по сравнению с ципрофлоксацином и флуконазолом. Практически активные молекулы показали адекватный профиль, подобный лекарственному средству, и желаемые фармакокинетические свойства в анализе ADMET. Большинство производных проявили значительную антимикробную активность, причем некоторые соединения были наиболее активными. Молекулярный стыковочный метод показал более высокие показатели для анализируемого соединения по сравнению с флуконазолом.

В работе [12] описан синтез четырех серий оснований Манниха с включением фенотиазина. Таким образом, 10-метил-10H-фенотиазин-3-сульфонамид был подвергнут реакции с некоторыми вторичными аминами и формальдегидом для получения оснований Манниха Полученные соединения затем были подвергнуто реакции с некоторыми вторичными аминами и формальдегидом для получения соответствующих оснований Манниха. Всего было синтезировано двадцать два новых соединения, которые были оценены на предмет активности ингибирования роста *in vitro* против *P. aeruginosa, E. coli* и *S. aureus*. Среди протестированных соединений некоторые соединения проявили хорошую активность со значением МИК (12.5 мкг/мл), ряд соединений проявил сильную активность против роста *S. aureus* со значением МИК (6.25 мкг/мл), а одно из соединений превосходило *S. aureus* со значением МИК (3.125 мкг/мл) по сравнению с препаратом-

референтом ципрофлоксацином со значением МИК (2 мкг/мл). Исследование молекулярного докинга выявило наличие многих производных с высокой аффинностью связывания и различными паттернами взаимодействия с целевым белком. Производные оказались наиболее перспективными, демонстрируя самые большие энергии связывания и разнообразные типы взаимодействия, включая водородные связи и пи-взаимодействия, на разных расстояниях, причем одно из соединений демонстрирует самую высокую энергию связывания при S = −8.3093 ккал/моль. Эти производные продемонстрировали превосходное сродство связывания и различные механизмы взаимодействия с целевым белком, что позволяет предположить, что они имеют большие перспективы в качестве ведущих соединений для будущей разработки в терапевтические препараты.

Основание Шиффа-Манниха получено из 1,3,4-тиадазола, синтезированного путем реакции взаимодействия 2-амино-5-меркапто-1,3,4-тиадазола и 4-N,N-диметилбензальдегида с индолом [13]. Полученное соединение представляет собой 5-((1H-индол-1-ил)метилтио)-N-(4-(диметиламино) бензилиден)-1,3,4-тиадиазол-2-амин (L), координированный с шестью ионами металлов Co (II), Ni (II), Cu (II), Pd (II) и Pt (IV), Au (III). Лиганд (L) был охарактеризован с использованием следующих методов: C.H.N.S, FTIR, UV-ViS, ^{1}H ЯМР, ^{13}C ЯМР. В дополнение к измерению (атомных спектров поглощения, магнитной восприимчивости и молярной проводимости) использовались при диагностике комплексов. Экспериментальные результаты показали, что лиганды координируются как тридентатные с ионами металлов. Антибактериальная и противогрибковая активность всех комплексов изучалась против *Staphylococcus aureus* и *Bacillus subtilis* как модели грамположительных, *E. coli* и *Klebsiella pneumoniae* как грамотрицательных при одной концентрации 0.02 M. Определить эффективность приготовленных соединений в ингибировании выбранных типов бактерий и грибов. Результаты показали, что приготовленные комплексы металлов и лиганда более эффективны, чем стандартный препарат в отношении бактерий и грибов. Соотношение металла к лигандам определялось методом молярного соотношения и показывало взаимодействие металла с пропорцией лиганда (1:1). Кроме того, приготовленные соединения изучались в газовой фазе с использованием программы hyper-chem 8.0.7. С помощью этой программы были рассчитаны теплота образования, энергия связи, HOMO и LUMO, электростатический потенциал в дополнение к инфракрасной вибрации лиганда.

Тиазолидинон использовался при получении различных важных лекарств, необходимых для лечения воспалений, бактериальных инфекций и гипертонии [14]. Было показано, что основания Манниха проявляют разнообразную биологическую активность, такую как антибактериальная и противогрибковая активность. Спирогетероциклы, включающие тиазолидиновый фрагмент, обладают антимикробной активностью. В этом исследовании разработан новый, быстрый и эффективный метод для синтеза различных 2-арилидин-1-тиа-4-азаспиро[4,5]декан-3-онов с использованием додецилбензолсульфоната натрия (DBSNa) в качестве недорогого и легкодоступного реагента в уксусной кислоте при комнатной температуре. Преимуществами этой процедуры являются высокие выходы, простота обработки и короткое время реакции. Синтезированные арилидины подвергались реакции Манниха с формальдегидом и вторичными аминами в абсолютном этаноле при комнатной температуре для получения соответствующих оснований N-Манниха. Все подготовленные основания Манниха были оценены на предмет их антимикробной активности. Хорошая активность была отмечена для оснований Манниха из 2-арилидин-1-

тиа-4-азаспиро[4.5]декан-3-онов, при этом некоторые представители показали более высокую антимикробную активность.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ИК спектры синтезированных соединений были получены на приборах марок "SpektrumBX" и "ALPHA IR FURYE" фирмы "Bruker"(Германия) в диапазоне 4000-400см$^{-1}$. Протонные ЯМР спектры (^{1}H ЯМР) записаны на приборе "Bruker" AM-300 (Германия) с рабочей частотой 300 МГц в растворителе C_6D_6 с использованием HMDS в качестве внутреннего стандарта. Масс-спектры зарегистрированы на масс-спектрометре марки 4G-7070 (энергия ионизации – 70 эВ). Чистота полученных соединений определялась на основании температуры кипения, элементного анализа и методом ГЖХ. Элементный анализ проводился на приборе модели "CARLO ERBA" EA (Италия). ГЖХ-анализ выполнялся на хроматографе марки ЛХМ-8 МД (Россия) с использованием стальной колонки размером 300×3 мм, заполненной динохромом с 5%-ным содержанием ПЭГС, в качестве газоносителя использовался гелий (40 см^3/мин), детектор – катарометр, температура колонки – 150°C, испарителя – 230°C.

Для изучения антимикробной активности применялся метод серийного разведения. В качестве питательной среды для бактерий использовался мясо-пептонный агар с *pH* 7.2-7.4, а для грибов – среда Сабуро. Инкубация в термостате проводилась при температуре 37°C в течение 18-24 ч для бактерий и при 28°C в течение 1-10 дней для грибов. Разведения веществ проводились в соотношениях 1:100, 1:200, 1:400 и 1:600. Экспозиция тест-культур составляла 5, 15, 30, 45 и 60 минут. Для сравнительного анализа использовались контрольный препарат (этанол) и эталоны (риванол, фурацилин, карболовая кислота, хлорамин).

Антимикробное действие синтезированных соединений против бактерий и грибов (*S.aureus, E.coli, C.albicans*) исследовалось методом определения минимальной ингибирующей концентрации (МИК) и минимальной бактерицидной концентрации (МБК). В качестве питательной среды для бактерий применялся мясо-пептонный бульон, а для грибов – сахарный бульон. Инкубация проводилась в течение 24 ч.

Для получения аминометоксипроизводных **9-13** из вещества **3** использовались формальдегид и вторичные амины **4-8**, приобретённые коммерческим способом. Перед использованием амины перегонялись. Формальдегид получался из его полимерной формы – параформа, который в ходе реакции превращается в формальдегид. Растворители, использовавшиеся в реакции, предварительно сушили и очищали [15].

1-Октилтиооктан-2-ол (3). К раствору 36.5 г (0.25 моль) 1-октантиола (**1**) и 10 г (0.25 моль) NaOH в 15 г воды при температуре 55-60°C через капельную воронку при перемешивании постепенно добавляют 52.26 г (0.25 моль) 1-бромоктан-2-ол (**2**). После этого перемешивание продолжают при той же температуре в течение 3-4 ч. Затем смесь охлаждают, добавляют 50 мл бензола. Для удаления непрореагировавшего тиола смесь промывают 5%-ным раствором щёлочи. Затем промывают дистиллированной водой до нейтральной среды. Полученный раствор сушат над $MgSO_4$. После удаления растворителя в обычных условиях остаток отгоняют в вакууме. Выход 44.6 г (65%), т.кип. 129-130°C (1 мм рт.ст.), n $^{20}_{D}$ 1.4694, ρ $^{20}_{4}$ 0.8926 г/см^3. MR_D 85.71, вычислено 85.85. ИК спектр, ν, см$^{-1}$:

3625 (OH), 2910 (CH_3), 2850 (CH_2), 730 (C-S). Спектр ЯМР ^{1}H, δ, м.д.: 0.98 т (6H, 2CH_3, *J* 7.1 Гц), 1.5 м (22H, 11CH_2, *J* 7.1 Гц), 2.49 д.д (4H, 2CH_2S), 2.8 с (1H, OH), 3.5 т (1H, OCH).

Масс-спектр, *m/z* ($I_{отн.}$, %): 275 (10) $[M+H]^+$, 274 (15) $[M]^+$, 257 (25) $[M-OH]^+$, 245 (18) $[M-OH-CH_2]^+$, 238 (6) $[M-C_3H_8]^+$, 213 (10) $[M-C_7H_7-H_2O]^+$, 97 (100), 89 (15). Найдено, %: C 69.76, H 12.44, S 11.63. $C_{16}H_{34}OS$. Вычислено, %: C 70.01, H 12.48, S 11.68. M 274.51.

2-Аминометоксипроизводные-1-октильтиооктан-2-ола (9-13) (общая методика) к смеси 0.02 моль формальдегида и 0.1 моль спирта **3** в 30 мл сухого бензола по каплям при 20-22°C и перемешивании добавляли 0.1 моль свежеперегнанного вторичного амина **4-8**. Перемешивание продолжали 3-4 ч при 40-50°C. После охлаждения смесь промывали 10%-ным раствором амиака, затем дистиллированной водой для нейтральной реакции и сушили безводным $MgSO_4$. После отгонки растворителя остаток перегоняли в вакууме.

1-Октилтио-2-(N, N-диэтиламинометокси)октан (9). Соединение получают из 5.49 г (0.02 моль) вещества **3**, 1.46 г (0.02 моль) диэтиламина (**4**) и 0.6 г (0.02 моль) формальдегида. Выход 5.12 г (71%), т.кип. 144-145°C (1 мм рт.ст.), n_D^{20} 1.4612, ρ_4^{20} 0.8736 г/см^3. MR_D 113.01, вычислено 113.10. ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 2900 (CH_3), 2840 (CH_2), 1700 (N-C), 1100 (C-O), 735 (C-S). ^{1}H ЯМР спектр, δ, м.д.: 1.0-1.8 т (12H, 4CH_3), 1.35 м (24H, 12CH_2), 2.65-2.95 м (6H, 2NCH_2, SCH_2), 3.4 т (1H, OCH), 4.2 д.д (2H, OCH_2N). Масс-спектр, *m/z* ($I_{отн.}$, %): 360 (7) $[M^++H]^+$, 359 (21) $[M]^+$, 342 (15) $[M-HO]^+$, 328 (50) $[M-OH-CH_2]^+$, 274 (100) $[M-C_3H_7]^+$, 112 (21) $[C_7H_{15}N]^+$, 82 (33). Найдено, %: C 69.92; H 12.56; N 3.86; S 8.87. Формула: $C_{21}H_{45}NOS$. Вычислено, %: C 70.13; H 12.61; N 3.89; S 8.91. M 359.67.

1-Октилтио-2-(N, N-дибутиламинометокси)октан (10). Соединение получают из 5.49 г (0.02 моль) 1-октилтио-2-октан-ол, 0.6 г (0.02 моль) формальдегида и 2.58 г (0.02 моль) свежеперегнанного дибутиламина (**5**). Выход 6.49 г (78%), т.кип. 184-186°C (1 мм рт.ст.), n_D^{20} 1.4592, ρ_4^{20} 0.8632 г/см^3. MR_D 131.72 вычислено 131.69. ИК спектр, ν, см^1: 3059, 984, 960, 933, 904 (CH), 2955, 2931, 2862, 2803, 1459, 1364, 1343 (C-H, CH_2, CH_3), 2272, 1251, 1190 (C-N), 1070, 1048 (C-O-C), 717 (CH_2). Спектр ^{1}H ЯМР, δ, м.д.: 0.92 t (12H, 4CH_3, *J* 7.1 Гц), 1.34-1.50 m (16H, 8CH_2), 2.45-2.65 m (8H, 2SCH_2, 2NCH_2), 3.40 t (1H, OCH), 4.27 d.d (2H, OCH_2N). Масс-спектр, *m/z* ($I_{отн.}$, %): 416 (6) $[M+H]^+$, 415 (27) $[M]^+$, 397 (27) $[M-H_2O]^+$, 257 (13) $[M-C_9H_2NO]^+$, 122 (100) $[C_7H_6S]^+$. Найдено, %: C 72.09, H 12.81, N 3.35, S 7.68. $C_{25}H_{53}NOS$. Вычислено, %: C 72.29, H 12.85, N 3.37, S 7.71. M 415.78.

1-Октилтио-2-пиперидинометоксиоктан (11). Соединение получают из 5.49 г (0.02 моль) вещества **3**, 0.6 г (0.02 моль) формальдегида и 1.7 г (0.02 моль) свежеперегнанного пиперидина (**6**) вышеуказанным методом. Выход 5.43 г (73%), т.кип. 172-173°C (2 мм рт.ст.), n_D^{20} 1.4758, ρ_4^{20} 0.9048 г/см^3. MR_D 115.82, вычислено 115.69. ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 2895 (CH_3), 2850 (CH_2), 1250 (C-N), 1050 (CO), 650 (C-S). ^{1}H ЯМР спектр, δ, м.д.: 1.01 т (6H, 2CH_3, *J* 7.3 Гц), 1.21 м (16H, 8CH_2), 1.32 м (6H,3 $CH_{2цикл.}$), 2.49 д.д (4H, 2CH_2S), 3.01 к (4H, 2CH_2N), 3.62 м (2H, OCH_2), 4.04 м (1H, OCH), 4.51 д.д (2H, OCH_2N). Масс-спектр, *m/z* ($I_{отн.}$, %): 372 (10) $[M+H]^+$, 371 (8) $[M]^+$, 353 (20) $[M-H_2O]^+$, 333 (15) $[M-H_2O-CH_2]^+$, 273 (13) $[M-C_3H_7S]^+$, 222 (100) $[M-C_7H_7NO]^+$, 75 (60) $[C_3H_7S]^+$. Найдено, %: C 70.81, H 12.16, N 3.75, S 8.24. $C_{20}H_{41}NOS$. Вычислено, %: C 71.09, H 12.20, N 3.77, S 8.27. M 371.68.

1-Октилтио-2-морфолинометоксиоктан (12). Соединение получают из 5.49 г (0.02 моль) вещества **3**, 0.6 г (0.02 моль) формальдегида и 1.74 г (0.02 моль) свежеперегнанного морфолина (**7**) вышеуказанным методом. Выход 5.6 г (75%), т.кип. 173-175°C (2 мм рт.ст.), n_D^{20} 1.4760, ρ $_4^{20}$ 0.9358 г/см^3. MR_D 112.62, вычислено 112.81. ИК спектр, ν, sm^{-1}: 2927, 2851, 1450, 1411, 1360, 1313 (C-H, CH, CH_2, CH_3), 1281, 1257 (C-O-$C_{цикл.}$), 1232, 1016 (C-O-

C), 902, 864 (C-H, CH_2 математические калебания). ^{1}H ЯМР спектр, δ, м.д.: 0.92 т (6H, $2CH_3$, *J* 7.2 Гц), 1.32-1.86 м (20H, $10CH_2$), 2.45-2.66 м (4H, CH_2N-CH_2), 3.55-3.80 м (4H, CH_2O-CH_2), 4.01 д.д (1H, OCH), 4.7 д.д (2H, OCH_2N, *J* 2.5, 6.4 Гц). Масс-спектр, *m/z* ($I_{отн.}$, %): 374 (3) $[M+H]^+$, 373 (7) $[M]^+$, 356 (13) $[M-OH]^+$, 342 (20) $[M-OH-CH_2]^+$, 303 (21) $[M-C_4H_8N]^+$, 274 (70) $[M-C_5H_9NO_2]^+$, 255 (100) $[M-C_7H_7O-CH_2]^+$, 95 (25), 75 (54). Найдено, %: C 67.32, H 11.56, N 3.73, S 8.54. $C_{21}H_{43}NO_2S$. Вычислено, %: C 67.51, H 11.60, N 3.75, S 8.58. M 373.65.

1-Октилтио-2-гексаметилениминометоксиоктан (13). Соединение получают из 5.49 г (0.02 моль) вещества **3**, 0.6 г (0.02 моль) формальдегида и 1.98 г (0.02 моль) гексаметиленимина (**8**) вышеуказанным методом. Выход: 5.86 г (76%), т.кип. 174-175°C (1 мм рт.ст.), n_D^{20} 1.4756, ρ_4^{20} 0.9044 г/см^3. MR_D 120.20, вычислено 120.34. ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 2927, 2857, 1459, 1361 (CH_2, CH_3), 1221, 1172 (δ C-N), 1063 (C-O-C), 717 (C-H). ^{1}H ЯМР спектр, δ, м.д.: 0.91 т (6H, $2CH_3$, *J* 7.1 Гц), 1.32-1.40 м (20H, $10CH_2$), 2.63-2.78 м (4H, CH_2NCH_2), 4.14 д.д (1H, OCH), 4.7 д.д (2H, OCH_2N, *J* 2.5, 6.4 Гц). Масс-спектр, *m/z* ($I_{отн.}$, %): 386 (10) $[M+H]^+$, 385 (5) $[M]^+$, 367 (12) $[M-OH]^+$, 354 (2) $[M-OH-CH_2]^+$, 302 (7) $[M-C_5H_9N]^+$, 284 (51) $[M-C_6H_{11}O]^+$, 280 (100) $[M-C_7H_7O]^+$, 266 (27) $[M-C_7H_7O-CH_2O]^+$, 81 (7), 42 (6). Найдено, %: C 71.41, H 12.24, N 3.61, S 8.27. $C_{23}H_{47}NOS$. Вычислено, %: C 71.12, H 12.18, N 3.63, S 8.31. M 385.71.

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Представленная работа посвящена синтезу и изучению свойств новых аминометокси ранее не известных производных 1-октилтиооктан-2-ола. С этой целью вначале были синтезированы исходное вещество, серосодержащий двуатомный спирт 1-октилтиогексан-2-ол (**3**), на основе реакции октантиола (**1**) с 1-бромоктан-2-олом (**2**). Реакция проводится в щелочной среде (40%-ный водный раствор NaOH) при температуре 55-60°C в течение 3-4 ч с использованием эквимолярного соотношения исходных веществ **1** и **2**. Реакция протекает по следующей схеме:

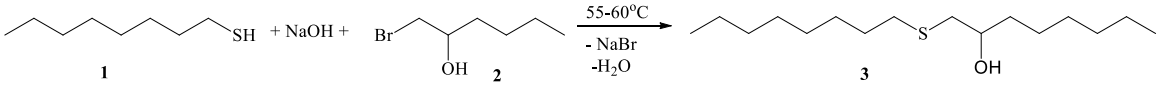
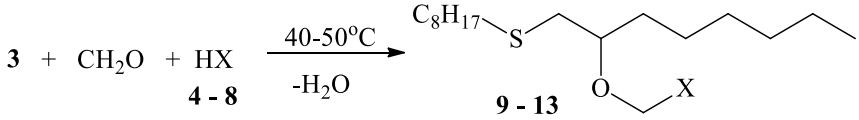
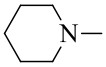


Схема 1

Выход целевого соединения **3** составляет 44,6 г (65%). Далее на основе полученного спирта **3** в присутствии формальдегида с участием вторичныхаминыв [диэтиламина (**4**), дибутиламина (**5**), пиперидина (**6**), морфолина (**7**), гексаметиленимина (**8**)] методом реакции Манниха синтезируются аминометокси производные 1-октилтиооктан-2-ола (**9-13**). Реакция проводится по следующей схеме, при эквимолярном соотношении исходных веществ, при температуре 40-50°C в течение 3-4 ч.



X = NEt_2 (**4, 9**), NBu_2 (**5, 10**),  (**6, 11**),

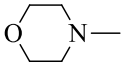
 (**7, 12**), $(CH_2)_6N$- (**8, 13**).

Схема 2

Выход полученных соединений **9-13** составляет 71-78%. Наибольший выход наблюдается при реакции с дибутиламином (**5**). Полученные соединения обладают характерным запахом, не растворяются в воде, но хорошо растворяются в органических растворителях (бензол, этанол, хлороформ и др.). Определены физико-химические показатели целевых соединений. Их состав и структура подтверждены методами элементного анализа, ИК- и ^{1}H ЯМР спектроскопии, а также масс-спектрометрии.

В ИК спектре серосодержащего спирта **3** наблюдается полоса поглощения, характерная для гидроксильной группы, в области 3320 см$^{-1}$. Однако в ИК спектрах синтезированных оснований Манниха **9-13** данная полоса поглощения отсутствует. В спектрах этих соединений в области 1260-1190 см$^{-1}$ наблюдается полоса поглощения, соответствующая валентным колебаниям группы R_3N. Полоса поглощения в области 1250-1190 см$^{-1}$ также относится к деформационным колебаниям простой эфирной группы (C-O-C).

^{1}H ЯМР спектры синтезированных новых соединений также подтверждают их структуру. Сигнал протона гидроксильной группы исходного спирта **3** появляется в виде широкого синглета в области δ, 3.91 м.д. В спектрах оснований Манниха **9-13** этот сигнал отсутствует. Вместо него в спектрах этих соединений наблюдается сигнал протонов группы OCH_2N в области δ, 4.01-4.10 м.д. в форме двойного дублета (д.д). Протоны метильного (CH_3) радикала, входящего в состав аминогруппы и группы $C_8H_{17}S$, дают сигнал в области δ, 1.8 м.д. в виде триплета. Протоны метиленовой группы (CH_2) дают мультиплеты в области δ, 1.2-1.8 м.д., а протоны группы CH_2-N-CH_2 – мультиплеты в области δ, 2.38-2.64 м.д. Сигнал протона радикала CHO наблюдается в области δ, 4.07 м.д. в виде двойного дублета (д.д) с константой спин-спинового взаимодействия δ, 2.5 м.д., *J* 6.5 Гц.

Антимикробные свойства синтезированных соединений **9-13** были исследованы на кафедре “Медицинской микробиологии и иммунологии” Азербайджанского медицинского университета. Эти свойства сравнивались с препаратами, используемыми в настоящее время в медицине [риванол, фурацилин, карболовая кислота (фенол), хлорамин]. Для исследования антимикробных свойств соединений использовался метод серийных разведений. Для этого 1%-ный спиртовой раствор исследуемого вещества последовательно разводили физиологическим раствором до различных концентраций [1:100, 1:200, 1:400, 1:800]. Затем к разведённому раствору в каждой пробирке добавляли 0.1 мл тест-культуры. В качестве тест-культуры использовали грамположительные и грамотрицательные бактерии: *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae*, а также дрожжеподобные грибы рода *Candida*.

Все исследованные соединения **9-13** проявляют высокую антимикробную и противогрибковую активность против указанных выше микроорганизмов. Наблюдается, что они останавливают развитие всех исследованных микроорганизмов за 5 минут экспозиции. Все соединения **9-13** уничтожают грибки *C. albicans*. Соединения **10** и **12** ингибируют рост грибков *C. albicans*. Соединения **10** и **13** останавливают развитие бактерий *K. pneumoniae*. Соединение **12** предотвращает развитие этих микроорганизмов при низкой концентрации за 5 минут экспозиции. Другие соединения могут остановить развитие этих микроорганизмов при низкой концентрации за 15 минут экспозиции.

Все соединения **9-13** обладают более высокой антимикробной активностью по

сравнению с используемыми эталонами. Они полностью подавляют рост микроорганизмов за более короткое время (5 минут) и при более низкой концентрации по сравнению с эталонами.

Минимальная ингибирующая концентрация (МИК) и минимальная бактерицидная концентрация (МБК) синтезированных соединений **9-13** были изучены на штаммах золотистого стафилококка, синегнойной палочки и грибков рода *Candida*. Установлено, что соединение **12** полностью подавляет рост бактерий *E. coli* и *C. albicans* при концентрации 0.00125%, но останавливает развитие *S. aureus* при концентрации 0.0025%. Соединение **10** подавляет рост *S. aureus* при концентрации 0.005%, *E. coli* – при 0.025%, а *C. albicans* – при 0.00625%.

Установлено, что синтезированные серосодержащие аминометоксипроизводные **9-13** обладают антимикробным действием при более низкой концентрации и за более короткое время экспозиции по сравнению с применяемыми на практике препаратами. На основании полученных результатов эти соединения могут быть рекомендованы в качестве потенциальных антимикробных препаратов.

Заключение

Таким образом на основе реакции 1-октилтиооктан-2-ола с формальдегидом и вторичными аминами (диэтиламином, дибутиламином, пиперидином, морфолином и гексаметиленимином) синтезированы новые основания Манниха. Конденсационная реакция, проведенная при эквимолярном соотношении исходных веществ, в течение 3-4 ч при 40-50°C, дала выход новых аминометоксипроизводных в пределах 71-78%. Изучены физико-химические свойства полученных соединений. Их состав и структура подтверждены методами элементного анализа, ИК-, ^{1}H ЯМР спектроскопии и масс-спектрометрии. При исследовании антимикробных свойств аминометоксипроизводных 1-октилтиооктан-2-ола в качестве тест-культур использовались грамположительные и грамотрицательные бактерии (*S. aureus, E. coli, P. aeruginosa, K. pneumoniae*) и дрожжеподобные грибы рода *Candida*. Установлено, что данные соединения обладают более высокой антимикробной активностью по сравнению с препаратами, используемыми в медицине.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Goulioukina N.S., Makukhin N.N, Beletskaya I.P. Synthetic routes to 3(5)-phosphonylated pyrazoles. Russ. Chem. Rev., 2016, Vol. 85, pp. 667-683, doi 10.1070/RCR4579
2. Mammadbayli E.H., Ismayilova S.V., Hajieva G.E., Jafarova N.A., Suleymanova E.I. Synthesis and Antimicrobial Activity of Cyclohexane-Containing Mannich Bases Derived from Secondary Amines. Russ. J. Org. Chem, 2022, Vol 58, pp. 1088-1096, doi 10.31857/S0514749222100068
3. Shi S., Qiu W., Miao P. Three-component radical homo Mannich reaction. Nat. Commun, 2021, Vol. 12, pp. 1006-1010. doi 10.1038/s41467-021-21303-3
4. Мамедбейли Э. Г., Гаджиева Г.Э., Ибрагимли С.И., Джафарова Н.А. Основания Манниха на основе бицикло[2.2.1]гепт-5-ен-2-илметанола, вторичных аминов и формальдегида. ЖОХ, 2018, т. 88, №10, с. 1718–1722
5. Мамедбейли Э. Г., Джафаров И.А., Астанова А.Д., Магеррамова Л.М., Джафарова Н.А. Синтез и свойства аминометоксипроизводных 1-(п-толилокси)-3-(пропилсульфанил)пропана. ЖОХ, 2020, т. 90, № 1, с. 85–91

6. Anu K., Suman B.N., Neha Sh. Mannich bases: an important pharmacophore in present scenario. Int. J. Med. Chem. 2014, Vol. 14, pp. 1-15. doi 10.1155/2014/191072
7. Məmmədbəyli E.H., Hacıyeva G.Ə., Cəfərov İ.A. Aminometilləşmə reaksiyası biolojı fəal norbornen törəmələrinin sintezində. Bakı: Elm – 2022, 376 s.
8. Allochio Filho, Joao F., Barbara C., Lemos G. Multicomponent Mannich reactions: General aspects, methodologies and applications. Tetrahedron. 2017, Vol. 73, pp. 6977-6989, doi 10.1016/j.tet.2017.10.063
9. Hozien Z., Mahdy A., Markeb A., Hassan L. Synthesis of Schiff and Mannich bases of new s-triazole derivatives and their potential applications for removal of heavy metals from aqueous solution and as antimicrobial agents. RSC Advance. 2020, Vol. 10, pp. 20184-20194, doi 10.1039/D0RA02872J
10. Wahaibi L., Mohamed A., Tawfik S., Hanan H. 1,3,4-Oxadiazole N-Mannich Bases: Synthesis, Antimicrobial, and Anti-Proliferative Activities. Molecules. 2021, Vol. 26, 2110-2117, doi 10.3390/molecules26082110
11. Musawi Th., Jawad M. Al-Rafalain J. Synthesis, Characterization, Molecular Docking, ADMET Study, and Antimicrobial Evaluation of New Mannich Bases of Isatin–Thiazole Imine Bases. Med. Sci. 2024, Vol. 6, pp. 201-208, doi 10.54133/ajms.v6i2.835
12. Abdula A., Qarah A., Alatawi K., Matokah A. Design, synthesis, and molecular docking of new phenothiazine incorporated N-Mannich bases as promising antimicrobial agents. Heliyon. 2024, Vol. 10, pp. 28573-28577, doi 10.1016/j.heliyon.2024.e28573
13. Majeed W., Bager Sh., Alsahil S. Synthesis and Biological Study of Some Transition Metal Ions Complexes of Schiff-Mannich Base Derived from 2- amino-5-mercpto -1,3,4 thiadiazole. Journal of Med. and Chem. Sciences. 2023, Vol. 6, pp. 789-802
14. Essam H., Masaret Gh., Khairou Kh. Efficient synthesis and antimicrobial evaluation of some Mannich bases from 2-arylidine-1-thia-4-azaspiro[4.5]decan-3-ones. Chem. Cent. J. 2015, Vol. 25, pp. 9-15, doi 10.1186/s13065-015-0101-8
15. Юрьев Ю.К. Практические работы по органической химии. Изд. Московск. Унив., 1961, 420 с.
16. Расулов Ч.К., Агамалиев З.З., Нагиева М.В., Гасанова Г.Д., Гасымова Ф.И. Синтез и свойства 2-гидрокси-5[1(3)-метилциклоалкил]-бензиламиноэтилнонилимидазолинов // Moskva, Химия и химическая технология. 2021, Том 64, №4, с. 79-84.
17. Aghamaliyev Z.Z., Naghiyeva M.V., Rasulov Ch.K. Synthesis of 2-Hydroxy-3-(Methylcyclo-hexenyl-Isopropyl)-5-Methylbenzylaminoethylnonyl Imidazolines - The Thermostabilizers to Polypropylene // ScientificNet. Publisher in Materials Science & Engineering. Materials Science Forum, Switzerland, 2018, Vol. 935, pp. 155-159.
18. Агамалиев З.З., Аббасов В.М., Расулов Ч.К., Назаров И.Г., Рзаева Н.Ш., Нагиева М.В. Синтез пространственно-затрудненных метилциклоалкилфенолов и некоторые особенности реакции аминометилирования их аминоэтилнонилимидазолином. // Журнал «Химия и химическая технология». 2019, том 62, №2, с.17-24

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0316

C_5-C_6 ALİTSİKLİK OLEFİNLƏRİN VƏ HALOGENHİDRİN TÖRƏMƏLƏRİNİN TİOKARBAMİD VƏ FORMALDEHİDLƏ KONDENSLƏŞMƏ MƏHSULLARININ ANTİMİKROB XASSƏLƏRİNİN TƏDQİQİ

Paşabəyli N.A[1]., Sadiqov Ö.Ə[2].

[1][Paşabəyli Nərmin Aydın qızı- doktorant, böyük elmi işçi, Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri, Bakı, Azərbaycan, narminpashabayli@gmail.com, ORCID ID:https://orcid.org/0000-0001-8037-8253]

[2][Sadıqov Ömər Əbdürəhim oğlu- baş elmi işçi, k.e.d., dosent, Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri, Bakı, Azərbaycan, omarsadiqov@gmail.com, ORCID ID:https://orcid.org/0000-0002-1774-2997]

XÜLASƏ.

Mannix reaksiyası şəraitində metiltsiklopenten/metiltsikloheksenin izomerlərinin formalin/paraformla və tiokarbamidlə multikondensləşməsi aparılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, komponentlərin molyar nisbətindən asılı olaraq reaksiyada mono- və bis- addukt alınır. Mono-adduktların yağların və yağlayıcı soyuducu materialların tərkibində 0,25-1,0% qatılıqda bakterisid, həmçinin də funqisid aktivlik göstərdikləri aşkar edimişdir. Tsikloolefinlərin molekulun tərkibində eyni vaxtda kükürd, azot və oksigen atomları saxlayan törəmələri bir çox heterotsiklik birləşmələrin əldə olumasında əlverişli sintonlardır. Bu qəbildən olan birləşmələr geniş spektrə malik bioloji aktivlik xüsusiyyətlərinə malik olmaqla yanaşı farmakoloji preparatlaın alınmasında və sənayedə müxtəlif istiqamətdə tətbiq olunurlar. Tərkibində tsiklopentan, tsikloheksan, bitsikloheptan, formaldehid və tiokarbamid fraqmentləri saxlayan bu sinif polifunksional birləşmələrin əlverişli sinte üsulunu yaradılması aktual olaraq qalmaqdadır. Öz növbəsində göstərilən polifunkional birləşmələr texniki təyinatlı müxtəlif vasitələrin alınması proseslərinin yarımməhsulları kimi geniş tətbiq sahəsinə malikdirlər. Çünki onlar yağları və yağlayıcı məhsulları biozədələnmədən asanlıqla qoruya bilirlər. Bu iş tərkibində N-, O- və S-atomları saxlayan C_5-C_6 alitsiklik karbohidrogenlərin fraqmentlərini saxlayan polifunksional birləşmələrin sintezinə həsr olunub.

GİRİŞ

Tiokarbamid və onun törəmələri çoxdan məlum olan və sənayedə tətbiq istiqamətlərinə malik [1] olmasına baxmayaraq tiokarbamid fraqmentli bioloji aktiv birləşmələrin sintezinin səmərəli üsullarının yaradılması istiqamətində aparılan tədqiqatlara hal-hazırda da rast gəlinməkdədir. Bu sinif birləşmələr inhibitor [2,3] və adaptogen [4] xüsusiyyətlərə malik olduqlarından farmakoloji vasitələrin alınmasında tətbiq oluna bilər. Qeyd etmək lazımdır ki, tiokarbamidin formalin (paraform), alkil C_5-C_6 tsikloolefinlər və onların törəmələri ilə kondensləşməsi istiqamətində olan işlərə ədəbiyyatda çox az rast gəlinir.

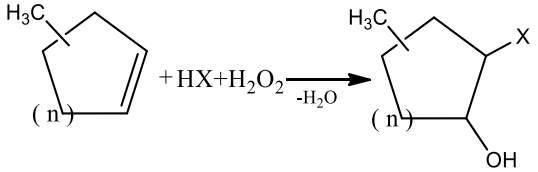
Digər tərəfdən tərkibində müxtəlif funksional qrupları və həmçinin, azot, kükürd, oksigen kimi heteroatomları saxlayan C_5-C_6 alitsiklik tsikloolefinlərin polifunksional törəmələri üzvü və neft-kimya sintezinin yeni inkişaf istiqamətlərini müəyyənləşdirməklə yanaşı, onların tətbiq sahəsində yeni tədqiqatıarın aparılmasına da şərait yaratmışdır. Bu tip polifunksional birləşmələr

təbii bioloji aktiv maddələrin tərkibinə daxildir. Onlar farmakoloji dərman maddələrinin sintetik analoqlarının alınmasında sintonlar kimi [5-10], həmçinin texniki təyinatli vasitələrin, yağların, yanacaqların [1-4] və metal məmulatların emalında geniş tətbiq olunan yağlayıcı-soyuducu mayelərin tərkibində bu məmulatları baterisid və mikrob əleyhinə davamlılıq kimi keyfiyyət və istismar göstəricilərini yaxşılaşdırmaq üçün aşqar olaraq [11-12] tətbiq olunurlar.

Bu baxımdan C_5-C_6 alitsiklik tsikloolefinlərin əsasında tərkibində eyni vaxtda oksigen, azot, kükürd heteroatomları saxlayan polifuksional birləşmələrin yaradılmasının ekoloji təmiz, iqtisadı baxımdan əlverişli olan, səmərəli üsullarının yaradılması hazırda aktual olaraq qalmaqdadır.

Məhz söylənilənləri nəzərə alaraq məqalədə metiltsiklopenten və metiltsikloheksenin oksimetiltiokarbamid törəmələrinin tsikloolefinlərin alınmış xlor/bromhidrinlərinin və CH_3-C_5-C_6 tsikloolefinlərin formaldehid (paraformaldehid) və tiokarbamidlə üçlü kondensləşmə, Mannix reaksiyası əsasında sintezi və məhsulların tətbiqi istiqamətindəki tədqiqatların nəticələri verilmişdir. Tsikloolefinlərin xlor/bromhidrintörəmələri tərəfimizdən təklif olunan [13-15] məlum metodla qoşulmuş reaksiyalar şəraitində hidrogenperoksid, HCl, HBr turşularından istifadə olunmaqla reaksiya üzrə alınmışdır:

Sxem 1



Harada: n=1, X=Cl, (1, 5, 7), n=2 (3, 9, 11); X=Br, n=1 (2, 6, 8), n=2 (4, 10, 12); 1-CH_3 (5, 6, 9, 10), 3-CH_3 (7, 8, 11, 12).

Müəyyən olunmuşdur ki, halogenhidrinlərin çıxımı reaksiya parametrlərindən asılı olaraq müxtəlif cür dəyişir. Məqsədli məhsulların çıxımının temperaturdan asılı olaraq dəyişməsinin nəticələri cədvəl-də ümumiləşdirilmişdir.

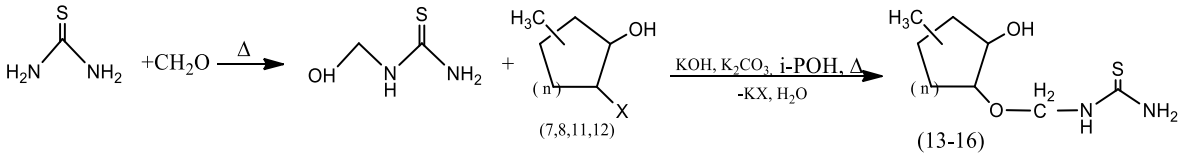
Tsikloolefinlərin (TO) hidroksixlor/bromidlərin çıxımına temperaturun təsiri (mol nisbəti TO:HX:H_2O_2=1:1,2:1,5; τ=6-8 saat).

№	Birləşmənin adı	Çıxım, %			
		Temperatur, °C			
		30	40	50	60
5	2-xlor-2-metiltsiklopentanol	72.5	78.2	77.6	69.7
6	2-xlor-5-metiltsiklopentanol	73.6	76.3	75.4	70.6
7	2-brom-2-metilpentanol	69.4	75.2	77.6	69.7
8	2-brom-5-metiltsiklopentanol	66.8	72.6	74.3	70.7
9	2-xlor-2-metiltsikloheksanol	69.5	74.1	73.4	66.5
10	2-xlor-5-metiltsikloheksanol	70.6	78.7	75.6	68.5
11	2-brom-2-metiltsikloheksanol	65.6	69.9	73.6	65.2
12	2-brom-5-metiltsikloheksanol	67.8	73.5	76.8	69.4

Cədvəldən göründüyü kimi temperaturun 30°-dən 50°C-ə qədər yüksəlməsi halogenhidrinlərin çıxımının müvafiq olaraq yüksəlməsi halogenhidrinlərin çıxımının müvafiq olaraq 3-5 saat ərzində 30-50°C intervalında 69.5-75.6% xlorhidrinlər üçün 65.6-77.6 bromhidrinlər üçün yüksəlməsinə səbəb olur. Temperaturun sonrakı artması məqsədli məhsulun çıxımının azalmasına səbəb olur. Bunun səbəbi yəqin ki, yüksək temperaturda H_2O_2 və HOX-in qeyri-məhsuldar parçalanması ilə bağlıdır. Alınmış xlor/bromhidrinlərin İQ spektrində ümumi olaraq δ=3392,

1136, 1120, 1071, 1035 (OH), 2935 (CH_3), 2860, 2659 (CH_2), 1268, 1260 (C-H), 718, 792, 841 (C-Cl) və 667, 641 (C-Br) xarakterik olan udulma zolaqları müşahidə olunur. Halogenhidrinlərin (5-12) NMR 1H spektrlərində 3.62 m.h. genişləndirilmiş sinqlet OH qrupunun protonu 0,98 m.h. və 1.03 m.h.dublet şəklində olan zolaqlar birləşmələrin CH_3 qrupunun üç protonunu, 3.46, 3.58 m..h. və 3.64, 3.67 m.h. triplet şəklində olan zolaqları müvafiq olaraq 3-CH_3-tsiklopentan və 3-CH_3-tsikloheksanın HCHlg və HC-OH protonlarını xarakterizə edir. Prosesin sonrakı mərhələsində halogenhidrinlərin formaldehid və tiokarbamid iştirakında Mannix reaksiyası əsasında üçlü komponenti kondensasiyası verilmiş sxem üzrə aparılmışdır:

Sxem 2

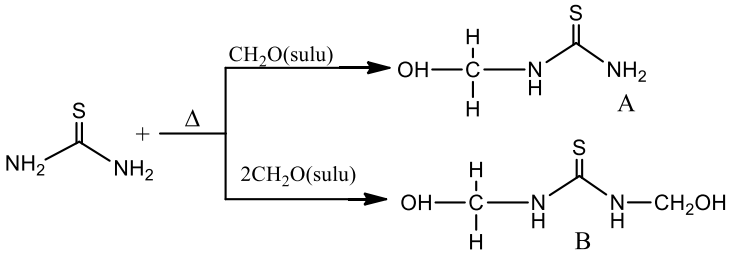


Harada: n=1, 1-CH_3 (13,14); n=2, (15, 16).

Tiokarbamidin formaldehidin sulu məhlulu və CH_3-C_5-C_6 tsikloolefinlər və onların halogenhidrin törəmələrinin üç komponentli kondensləşmə reaksiyasının istiqaməti və məqsədli məhsulların çıxımı, prosesin seçiciliyi, komponentlərin molyar nisbətindən və temperaturun dəyişməsindən asılıdır. Ehtimal etmək olar ki, qaynadılma şəraitində reaksiyanın başlanğıcında tiokarbamid formaldehidlə qarşılıqlı təsirdə olub tion-tiol tautamerliyinə uğrayaraq halogenhidrinlə tion formasında reaksiyaya daxil olaraq 1-(((2-hidroksi-2(5)-metiltsiklopentil(heksil)oksi)metil)tiokarbamidlər (13-16) əmələ gətirir.

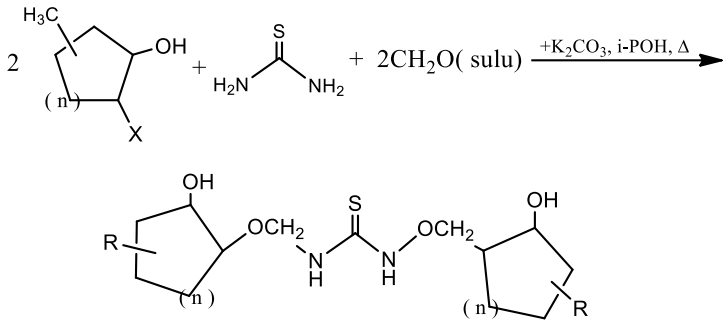
Tiokarbamidin formaldehidlə stexiometrik mol nisbətində reaksiya şəraitində aralıq tion-tiol formalarının: hidroksimetil-(A) və bis-hidroksimetil-(B) tiokarbamidin yaranmasını tənliklə göstərmək olar:

Sxem 3



Məhz reaksiya şəraitində bis adduktun alınması bishidroksimetil tiokarbamidin (B) hesabına tənlik üzrə alındığını ehtimal etmək olar:

Sxem 4

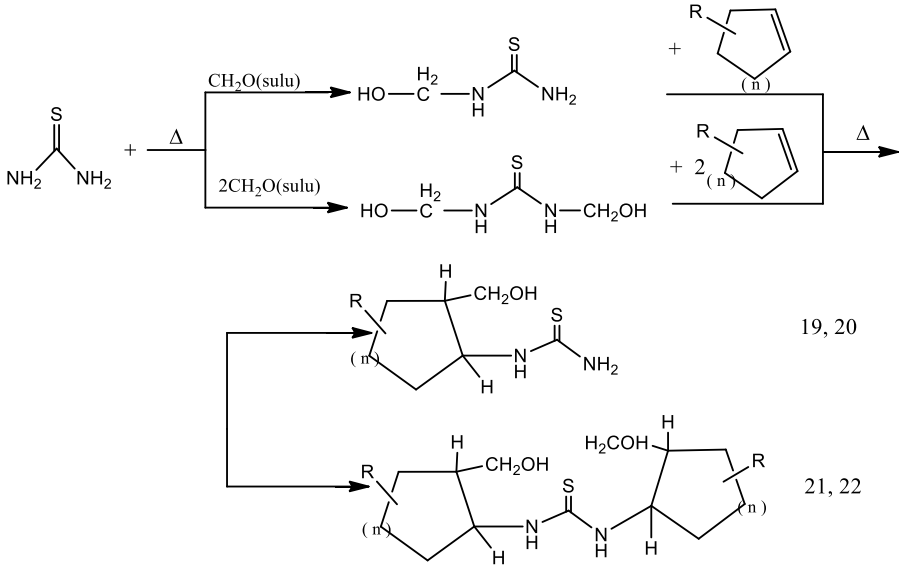


(17,18)

Harada: n=1, R=3-CH_3 (17); n=2, R=3-CH_3 (18).

Uyğun olaraq, CH_3-C_5-C_6 tsikloolefinlərin seçilmiş şəraitdə üçkomponentli kondensləşməsi aparılmış və müəyyən edilmişdir ki, reaksiya analoji olaraq tian-tiol-(A) və bis-tian-tiol-tiokarbamidin (B) yaranması ilə 1-(2-hidroksimetil)-5-metiltsiklopentil)- (19-21) və 1-(2-hidroksimetil)-6-metiltsikloheksil)tiokarbamid (20, 22) alınması ilə nəticələnir:

Sxem 5



19, 20

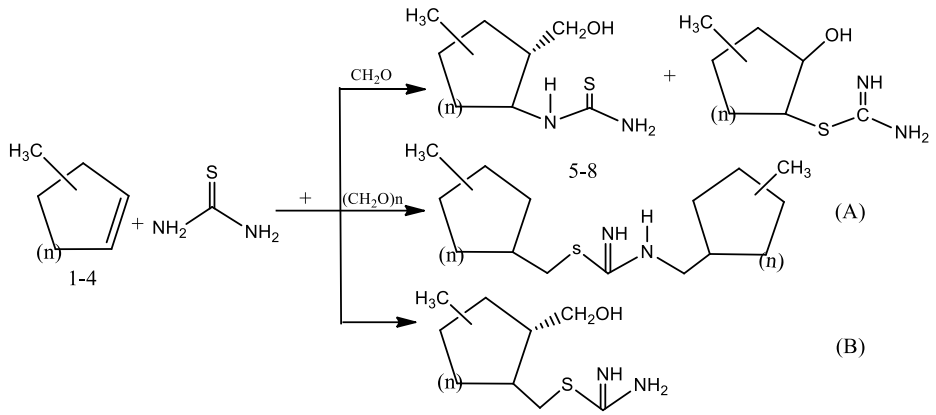
21, 22

Harada: n=1, R=3-CH_3 (19,21), n=2, R=3-CH_3 (20,22).

Nəticələrin müzakirəsi

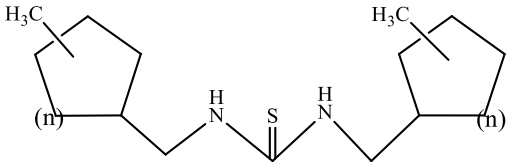
Göstərilən tsikloolefinlərin polifunksional törəmələrinin sintezinin məlum üsulları onların epoksid törəmələrinin sintezinin məlum üsulları onların epoksid törəmələrinin oksiran halqasının müxtəlif quruluşlu nukleofil reagentlərlə transformasiyasına əsaslanır, lakin belə proseslər məqsədli məhsulların aşağı çıxımı və istifadə olunan köməkçi reagentlərin çox miqdarda sərf olunması ilə xarakterizə olunduğundan effektiv üsul hesab edilə bilməz. Bu məqsədlə 1-, 3-metiltsiklopenten və 1-,4- tsikloheksenlərin paraformaldehid (formalin) və tiokarbamidin Mannix reaksiyası [5,6] ilə multikondensasiyası aparılmışdır. Kondensasiya göstərilən sxem üzrə baş verir.

Sxem 6



Burada: n=1; 1-CH_3 (1,5), 3-CH_3 (2,6); n=2, 1-CH_3 (3,7), 4-CH_3 (4-8).

Müəyyən edilmişdir ki, seçilmiş şəraitdən asılı olaraq mono- və simmetrik bis-adduktların alınması ilə nəticələnə bilər. 1-CH_3-tsiklopentenin və 1-CH_3-tsikloheksenin timsalında bunun səbəbi araşdırılmış və nəticədə aşkar edilmişdir ki, tsikloolefin (TO):formalin (FO)/paraformaldehid (PFA):tiokarbamid (TK)molekulyar nisbətinin dəyişməsindən asılı olaraq reaksiya məhsullarının tərkibi müxtəlif cür dəyişir. Əgər TO:FO:TK=1:1:1 molekulyar nisbətində multi kondensləşmənin əsas məhsulu 5-8 və (B) olur. Lakin TO-in və FA miqdarının 2 mola yüksəldilməsi zamanı əsas məhsulla yanaşı (5,7), 15-21%-ə qədər bis adduktun (C) alındığı da müşahidə olunur. Alınmış 5-8 mono- adduktların çıxımı və spektral məlumatları müvafiq nümunələri verilib.



(C)

TO:PF:TK=2:1:1 molyar nisbətində isə 5-8 məhsullarından əlavə 10-15%-ə qədər S-mono-(B) ($T_{ər}$:141-143°C), həmçinin də SN-bis-adduktunun (A) ($T_{ər}$. 145-147°C) 3-Metiltsiklopenten və 4-metiltsikloheksen izomerlərindən yalnız müvafiq olaraq 6 və 8 birləşmələri alınır.

Qeyd etmək lazımdır ki, SN-bis aduuktu (A)-ın qələvinin *i*-PrOH spirti məhlulunun iştirakında qızdırılması simmetrik bis addukta (C) keçməsi müşahidə olunur:

$$(A) \xrightarrow{KOH+\ i\text{-}PrOH} (C)$$

5-8 mono adduktları M-10 yağı və "Azerol-5" yağlayıcı-soyuducu mayenin tərkibində mikrobəleyhinə aşqar kimi sınaqdan keçirilmişdir. Test sınaqlarının nəticələri göstərir ki, bu polifunksional və birləşmələr 0,25-1% qatılıqda bakterisid və funqisid aktivlik göstərirlər.

Təcrübi hissə

Başlanğıc metiltsiklopentenlər (MTPE) və metiltsikloheksenlər (MTHE) məlum üsulla [4], sirkonium birləşməsi ilə modifikasiya olunmuş γ-Al_2O_3 katalizatorunun iştirakında tsikloheksanolun tsikloheksenə dehidratasiyası və sonuncunun 430-450°C-də izomerləşməsindən alınmışdır (həcmi sürət υ=0,5 $saat^{-1}$). Fərdi izomerlər, katalizatdan dəqiq qovulmaqla ayrılmışdır, nəticədə 65% 1-CH_3 TPE (T_{qay}. 75°C, n_d^{20} 1.4333, d_4^{20} 0.7869) və 3- və 4-CH_3TPE (Tqay. 65°, n_d^{20} 1.4222, d_4^{20} 0,7624). QMX analizinin nəticələri göstərir ki, 1-CH_3TPE izomeri vardır. 1-CH_3-

THE (T_{qay}. 109-112°C, n_d^{20} 1.4508, d_4^{20} 0.8053), 4-CH_3-THE ($T_{qay.}$ 103-105°, n_d^{20} 1.4448). MTPE, MTHE və xlor/bromhidroksitörəmələrinin formaldehidlə (paraformaldehidlə və tiokarbamidlə) kondensləşməsi (Mannixə görə) termometr, əks soyuducu, damcı qıfı və maqnit qarışdırıcısı olan qurğuda 30-60°C və ya qaynama şəraitində aparılmışdır. Reaksiya başa çatdıqdan sonra katalizat soyudulur (18-20°C), neytral reaksiyaya qədər su ilə yuyulur, qurudulur və vakuum altında qovularaq məqsədli məhsullar ayrılır, kristal şəklində olanları isə yenidən kristallaşmaya məruz qoyularaq təmizlənir.

Polifunksional yeni birləşmələrin quruluşları İQ-, NMR ^1H, ^{13}C spektroskopiya və element tərkibinin analizi üsulları ilə təyin edilmişdir. İQ-spektr 400-4000 sm^{-1} diapazonunda Alpha Furye spektrometrində nümunələrin valerindəki suspenziyası və ya KBr tablet şəklində çəkilmişdir. ^1H və ^{13}C NMR- spektrləri "Bruker" firmasının işçi tezliyi 300.18 mHs olan impuls Furye spektrometrində daxili standartı $CdCl_3$ (δH 7.25, δC 75 mHs) həlledicisində otaq temperaturunda çəkilmişdir.

Nümunələrin element tərkibi (ABŞ-ın) "Tru Space Micro Leco Corporation" cihazında təyin olunmuşdur. Başlanğıc maddələr olan paraform (formalin), tiokarbamid Alpha Aesar (A. Johanson Malthey Co) firması "Kt") markalı istifadə olunub.

Alınmış polifunksional birləşmələrin "M-10" yağında və yağlayıcı-soyuducu qarışığın "Azerol-5" mikrob əleyhinə xüsusiyyətlərinin test sınaqları onların 0,25-1,0% qatılığında nəmləndirici qızdırılma kamerasında lunka metodu ilə keçirilmişdir. Sınaq təcrübələri 28-30°C-də 2-3 gün müddətində aparılmışdır. Test olaraq göbələk və bakteriya ştammlarından istifadə olunmuşdur. Birləşmələrin mikrobəleyhinə xassələri seriyalı durulaşdırma üsulu ilə bir neçə ştamm üzərində aparılmışdır. Qidalandırıcı mühit olaraq pH mühiti 7.2-7.4 olan ətpepton aqarı (bakteriyalar üçün) və Sabura (göbələklər üçün) istifadə edilmişdir.

Durulaşdırılma 1:200; 1:800; 1:3200 nisbətində aparılmışdır. Müqayisə etalonu kimi göstərilən qatılıq nisbətində etil spirti, fenol, xloramin, rivanol və nitrofunqindən istifadə edilib. Bakteriyaların və göbələklərin əkilməsini 10, 20, 30, 40 və 60 dəqiqə vaxt intervalında həyata keçirilmişdir.

N-{[(2-hidroksi-2-metiltsiklopentil)oksi]metil}tiokarbamid (13) alınmışdır. 17.9q (0.1)mol) 2-brom-5(3)-metiltsiklopentan-1-olun (8) üzərinə 7.6 q (0.1 mol) tiokarbamid və 1.2 ml 40%-li formalin əlavə edilir, qarışdırılır və üzərinə 50 ml *i*-POH həll edilmiş 4.5q KOH (və ya K_2CO_3) damcı-damcı əlavə olunur. 1 saat ərzində qaynadılır. Reaksiya başa çatdıqdam və soyudulduqdan sonra ağ rəngli xırdalanmış dispers şəkilli çöküntü süzülür, qurudulur və *i*-POH-dan yenidən kristallaşdırılır. Çıxım 15.91 q 78%, $T_{ərimə}$ 158-160°C. İQ spektr, ν, sm^{-1}: 3300 (NH), 2935 (CH_3), 2861 (CH_2), 1255, 1225, 1196 (C-N), 1125, 1095, 1065 (C=S). NMR, ^1H (CHD_3), δ, m.h.: 0,98d (3H, CH_3, J 7.3 Hs), 1.38-1.96 m (4H, $2CH_2$), 2.1_T (1H, HC-CH_3), 2.96T (1H, HC-CH_2), 3.58_T (1H, HC-CH), 3.60s (1H, OH), 4.76s (2H, OCH_2), 8.58s (2H, H_2N-). NMR ^{13}C, δ, m.h. 183 (C=S), 95.6 (C^1), 77,3 (C^2), 35.2 (C^6), 37.1 (C^5), 292 (C^3), 263 (C^4), 15.9 (CH^3). Tapılıb: C, 47.32; H, 7.96; N, 19.85; S, 15.36;. $C_8H_{16}N_2O_2S$. Hesablanıb, %: C, 47.06; H, 7.84; N, 19.72; S, 15.69.

N-{[(2-hidroksi-2-metiltsiklo)oksi]metil}tiokarbamid (14) eyni qayda ilə alınmışdır. 17.9q (0.1 mol) 2-brom-1(2)metiltsiklopentan-1-oldan (7). Çıxım 15.3q, 75.3%. Tapılıb, % C, 47.61; H, 7.83; N, 19.56; S, 15.38. $C_8H_{16}N_2O_2S$. Hesablanıb, %: C, 47.06; H, 7.84; N, 19.7; S, 15.69.

N-{[(2-hidroksi-2-metiltsikloheksil)oksi]metil}tiokarbamid (16). Uyğun olaraq 19.3q (0.1 mol) tokarbamiddən, 12 ml 40% formalindən alınmışdır. Çıxım 17.66q (81%). $T_{ərimə}$ 155-157°C.

İQ spektr, ν, sm^{-1}: 3310 (NH), 2936 (CH_3) 2860 (CH_2), 1256, 1228, 1195 (C-N), 1130, 1096, 1065 (C=S), NMR 1H (CHD_3), δ. m.h.: 0.98d (3H, CH_3), 1.29-176m (7H, $3CH_2$, CH). 3.23-3.27$_T$ (2H, HC-OH və $HCOCH_2$-), 4.71 C (2H, OCH_2, NH), 8.58C, NMR, 13C, δ, m.h.: 181.6 (C=S), 76.2 (C^8), 95.4 (C^1), 73 (C^2), 34 (C^6), 22.8 (C^4), 16.4 (CH_3). Tapılıb, %: C, 49.72; H, 8.38; N, 13.04; S, 14.57. $C_9H_{18}N_2O_2S$. Hesablanıb, %: C, 49.54; H, 8.26; N, 12,84; S, 14.68.

N-{[(2-hidroksi-2-metiltsikloheksil)oksi]metil}tiokarbamid (17) müvafiq olaraq 19.3q (0.1)mol) 2-brom-2-metiltsikloheksanoldan (11) və 7.6q (0,1mol) tiokarbamiddən, 12ml 40% formalindən alınmışdır. Çıxım, 18.3q (84%), $T_{ərimə}$, 149-150°C. Tapılıb, %: C, 49.72%; H, 8.38; N, 13.03; S, 14.58. $C_9H_{18}N_2O_2S$. Hesablanıb, %: C, 49.54; H, 8.26; N, 12.84; S, 14.68.

N-[(2-hidroksimetil)-6-metiltsikoheksil]tiokarbamid (19) alınma reaksiyası əkssoyuducu, damcı qıfı və maqnit qarışdırıcısı ilə təchiz olunmuş stasionar tipli şüşə reaktorda 60-70°C-də aparılmışdır. Reaktora 9.8 q (0.1mol) 1-CH_3-tsikloheksen və 12 ml 40%-li formalin, katalizator olaraq 2.5q $ZnCl_2$ əlavə olunmuş, qarışdırılaraq qızdırılmaqla üzərinə 50ml i-POH-da həll edilmiş 7.6q (0,1mol) məhlul damcı-damcı verilmişdir. Reaksiya kütləsi 60-70°C-də 1,5saat müddətində qarışdırılmışdır. Reaksiya başa çatdıqdan sonra alınmış kütlə yuyulub, qurudulub, həlledici qovulduqdan sonra otaq temperaturuna qədər soyudulmuş, kristal süzülərək ayrılmışdır. Çıxım, 16.85q (83,4%). $T_{ərimə}$ 162-164°C, İQ spektr, ν, sm^{-1}:[ ], 3325 (NH) 2936 (CH_3), 2860 (CH_2), 1258, 1230, 1195 (C-N), 1127, 1093, 1067 (C=S). NMR, 1H (CHD_3), δ, m.h.:1.03d (3H, CH_3, J, 7.1Hs): 1.30-1.89 m (8H, $3CH_2$, 2CH), 2.64n (H, HCNH), 3.38t (CH^aCH^b-COH), 3.58t (H, H^b, H^aC-OH), 3.67 gen.s (H.OH), 8.58C (2H, H_2N). NMR ^{13}C, δ, m.h.: 183,5 (C^9=S); 64 (C^8); 59 (C^1); 35.6 (C^2); 33.4 (C^5); 27.3 (C^3); 20 (C^4); 19 (C^7). Tapılıb, %: C, 53.26; H, 8.86; N, 13.86; S, 15.84. $C_9H_{18}N_2OS$. Hesablanıb, %: C, 53.37; H, 8.91; N, 13.86; S, 15.84.

N-[(2-hidroksimetil)-5-metiltsikoheksil]tiokarbamid (18) müvafiq olaraq 8.2 q (0.1mol) 1-3-metil-tsiklopenten, 12 ml 40%-li formalindən, 7.6q tiokarbamiddən və 2.5q $ZnCl_2$-dən alınmışdır. Çıxım, 14.74q (78,4%). Tapılıb, %: C, 50.86; H, 8.48; N, 14.76; S, 17.05. $C_8H_{16}N_2OS$. Hesablanıb, %: C, 51.06; H, 8.51; N, 14.89; S, 17.02.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Mortschenk B., Beck F., Bauer W., Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. 2005 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. 2000, 36, p.671. DOI: 10.1002/14356007.a26 803
2. Граник В.Г., Григорьев Н.Б.// Изв. АН. Сер. Хим. 2002, 1819. [Granik V.G., Grigorev N.B. Russ. Chem. Bull. 2002, 51(11) 1973]
3. Проскуряков С.Я.. Коноплянников А.Г., Скворцов В.Г., Мандругин А.А., Феодеев В.М.// Успехи Хим. 2005, 74 (9), 939. [Proskuryakov S.Ya., Konoplyannikov A.G., Skvotzov V.G., Mandrugin A.A., Fedoseev V.M. Russ. Chem. Rev. 2005, 74 (9). P.859]
4. Студенцов Е.П.1, Рамш С.М.1, Казурова Н.Г.1, Непорожнева О.В.1, Гарабаджиу А.В.1, Кочина Т.А.2, Воронков М.Г.3, Кузнецов В.А.4, Криворотов Д.В. Адаптогены и родственные группы лекарственных препаратов — 50 лет поисков. Обзоры По Клинической Фармакологии И Лекарственной Терапии, 2013. Т.11, №4. https://doi.org/10.17816/RCF1143-43
5. Bergmeier S.C. The synthesis of vicinal aminoalcohols // Tetrahedron, 2000, Vol, 56, №17, p.2561. DOI: 10 1016/S0040-4020(00)0014906.
6. Baletskaya I.P., Ananikov V.P., Eur.J.Org.Chem. 2007, 21, p.3431. DOI:

10.1002/ejoc.200700119.
7. Машковский М.Д. Лекарственные средства: В 2т-Изд. 14-е, М.: Новая волна 2002, Т.1, 540с; Т.2, 608с.
8. Кулиев А.М. Химия и технология присадок к маслам и топливам. М.: Химия, 1972, 358 с.
9. Мамедова П.Ш., Гамзиева С.А., Аминова Б.М. Многофункциональные присадки маслам и смазочно-охлаждающим жидкостям. // Азербайджанское Нефтяное Хозяйства, 2005, №12, с. 34-48.
10. Hwang S.H., Wecksier A.T., Zhang G., Morisseau C.N., Fu S.H., Hammock B.D.// Bioorg.Med.Chem. Lett.2013, V.23. Issue 13.p.p. 3732-3737.
11. Садыхов К. Смазочно-охлаждающие жидкости для механической обработки материалов. Баку, Элм, 2007, 256 с.
12. Niconchun F.I., Hijham C. Pebol derivatives hexahydropiridenes prepared from Mannich condensations. Tetrahedron Lett., 2007, Vol.48, №45, pp.8034-8036.
13. Prikala D. New compounds Mia reaction of cytosine. Paraformaldehyde and cyclic secondary amines. Tetrahedron Lett., 2006, Vol.47, №51, pp. 9045-9047.
14. Patent i 2021 0044 Az. Aminspirtlərin alınması üsulu. İsmayılova Ş.İ.,Sadıqov Ö.Ə., Əlimərdanov H.M., Abbasov M.F., Qəribov N.İ., Paşabəyli N.A. Dövlət reyestrində qeyd olunub: 08.05.2021.
15. Larkin P.J. Infrared and Roman spectroscopy principial and spectral interpretation. Stanford, Elsevier, 2011, 230 p., Поисковая база спектральных данных органических веществ (spectral database for organic compounds. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology Japan).
16. Преч Э., Бюлман Ф., Аффолмер К. Определение строения органических соединений. М.: Мир, 2006, 439 с.
17. Силверстейн Р., Вебстер Ф., Кимл Д. Спектроскопическая идентификация органических соединений. М.: БННОМ, Лаборатория знаний, 2011, 520 с.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0324

AZƏRBAYCANIN KİMYA VƏ NEFT-KİMYA KOMPLEKSİNDƏ RƏQƏMSAL MEXANİZMLƏRİN TƏTBİQİ PROBLEMLƏRİ

Müqəddəs Əzizzadə

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin doktorantı
AZ 1010, Azərbaycan Respublikası,
Azadlıq pr., 20, Bakı, Nəsimi.
E-mail: muqeddes.azizzade080@gmail.com

XÜLASƏ.
Məqalədə Azərbaycanın kimya və neft-kimya kompleksində rəqəmsal mexanizmlərin tətbiqi problemləri araşdırılmışdır. Kimya və neft-kimya kompleksinin inkişaf etdirilməsində rəqəmsal mexanizmlərin rolunun genişləndirilməsinin vacibliyi əsaslandırılmışdır. Müasir dövrdə kimya və neft-kimya kompleksi üçün avtomatlaşdırılmış proseslərə nəzarət sistemlərinin funksiyaları sxematik olaraq hazırlanmışdır. Yeni şəraitdə kimya və neft-kimya kompleksinin mərhələli rəqəmsal transformasiyası modeli verilmişdir. Baxılan problemlər üzrə təkliflər hazırlanmışdır.

Açar sözlər: Azərbaycan, kimya və neft-kimya kompleksi, rəqəmsal mexanizmlər, rəqəmsal transformasiyalar, rəqəmsal alətlər.

Qeyd edək ki, sənaye baxımından inkişaf etmiş ölkələrdə kimya və neft-kimya kompleksi onların iqtisadi inkişaf tempini müəyyənləşdirən əsas sahələr sırasındadır ki, Azərbaycan da bu nöqteyi-nəzrdən istisna təşkil etmir. Bu kompleks əsasən neft məhsulları və təbii yanar qazlar əsasında sintetik materiallar, həmçinin müxtəlif məmulatlar istehsal edən ağır sənaye komplekslərindən biridir. Həmin kompleksin əsas vəzifəsi neft və digər xammalları emal edərək benzin, aviasiya kerosini, mazut, dizel yanacağı, sürtkü yağları, propilen, etilen, polietilen, bitum, neft koksu və s. bu kimi məhsulları istehsal etməkdir. Kimya və neft-kimya komleksinin gələcəyi bir çox elmi-texniki inkişaf və innovasiyaların reallaşdırılmasından bilavasitə asılıdır. Belə ki, analoji komplekslərin inkişafının davamlılığı xarici mühitin dəyişən şərtlərini proqnozlaşdırmaq və onlara çevik reaksiya verməkdən, bazarlarda yeni rəqabət üstünlüklərini saxlamaq və əldə etmək qabiliyyətindən asılıdır.

Digər tərəfdən, kimya və neft-kimya kompleksi ölkə iqtisadiyyatının istehsal sektorunun mühüm sahələrindən biri olmaqla, ilk öncə, geniş çeşiddə məhsullar istehsal edir, başqa sənaye sahələrini xammalla və hazır məhsulla təmin edir. İkincisi, bu, özünəməxsus mürəkkəb texnoloji prosesləri cəmləşdirən sənaye sahəsidir və müasir qabaqcıl rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi olmadan onu inkişaf etdirmək demək olar qeyri-mümkündür. Üçüncüsü, bu kompleksdə insan səhvinin nəticəsi olduqca yüksəkdir və rəqəmsallaşma həmin xərcləri minimuma endirə bilər. Dördüncüsü, yerli kimya və neft-kimya məhsullarının qlobal miqyasda rəqabət qabiliyyətinin təmin edilməsi zərurəti bütün istehsal, texnoloji və biznes proseslərinə innovativ rəqəmsal texnologiyaların tətbiqini tələb edir. Ümumilikdə isə ölkə iqtisadiyyatının diversifikasiyalaşdırılmasında kimya və neft-kimya kompleksinin əhəmiyyətli rolunu nəzərə alsaq, bu sahənin inkişafının intensivləşdirilməsində yüksək texnologiyalardan səmərəli istifadə

edilməsinə ciddi ehtiyac vardır [1, s. 41]. Bunlarla bərabər, Azərbaycanda kimya və neft-kimya kompleksinin inkişafının intensivliyinin təmin edilməsi ilə əlaqədar olaraq istehsal potensialının gücləndirilməsi, rəqabətqabiliyyətli, ixracyönümlü məhsulların çeşid və həcminin artırılması istiqamətində tədbirlərin görülməsi əsas prioritetlərdəndir. Ölkəmizdə bu kompleksin inkişafı və bu sahədə reallaşdırılan tədbirlərin daha səmərəli təşkili xüsusi diqqət mərkəzindədir [2, s.155]. Qeyd etməliyik ki, kimya və neft-kimya kompleksinin inkişafının əsas prioritetlərinə bunları daxil etmək olar: 1) kompleksin inkişaf strategiyasının formalaşdırılması; 2) strateji planlaşdırma və operativ idarəetmə arasında səmərəli əlaqənin qurulması; 3) kompleksin bazarda tələb olunan məhsullarının istehsalı üçün mövcud olanların modernləşdirilməsi və yeni istehsal güclərinin yaradılması; 4) kompleksə daxil olan müəssisələrin karbohidrogen xammalı ilə vaxtlı-vaxtında təchizatı; 5) qeyri-ənənəvi neft və qaz ehtiyatlarının, biokütlənin emalı texnologiyalarının inkişafı, polimer materiallarının təkrar emalının inkişafı yolu ilə kimya və neft-kimya sahəsinin xammal bazasının şaxələndirilməsi; 6) kompleksə daxil olan müəssisələrin xammalla təmin edilməsi və istehlakçılara hazır məhsul nəql etmək üçün infrastrukturun inkişaf etdirilməsi; 7) karbohidrogen ehtiyatlarının dərindən emalı sektorlarının formalaşdırılması məqsədi ilə infrastrukturların inkişafı; 8) kompleksin əsas problemlərin həlli üçün regionlararası əməkdaşlığın inkişafı; 9) texniki yenidənqurma proseslərinin aktivləşdirilməsi; 10) innovasiya proseslərinin inkişafı və təkmilləşdirilməsi; 11) kompleksin təşkilati və informasiya təminatı sisteminin işinin təkmilləşdirilməsi və s.

Ölkə iqtisadiyyatının inkişafının davamlılığının artırılmasında kimya və neft-kimya kompleksinin rolunu nəzərə alaraq, onun hərtərəfli inkişafını təmin etmək məqsədilə dövlət proqramları, strategiyaları və konsepsiyalarının hazırlanması və reallaşdırılması əsas şərtdir [3, s. 121]. Bu kimi tədbirlər həmin sahə məhsullarının istehsal həcminin artırılmasına və ixrac potensialının gücləndirilməsinə və nəticədə kompleksin ümumi inkişafına imkan verəcəkdir [4, s.27]. Müasir dövrdə kimya və neft-kimya kompleksinin inkişafı baxımından onun təkmilləşdirilməsi zəruridir ki, bu məqsədlə həmin sahə üzrə yeni müəssisələr yaradılmalı, mövcud olanlar modernləşdirilməli, yerli xammaldan maksimum istifadə edilməli və istehsal-ixrac potensialı artırılmalıdır. Son onilliklərdə Azərbaycanda reallaşdırılan tədbirlər nəticəsində ölkəmizin kimya və neft-kimya kompleksi öz istehsal-ixrac potensialını mərhələli şəkildə artırmağa çalışır, bu sahədə perspektiv inkişaf istiqamətlərini müəyyənləşdirir, xarici investorları cəlb etməklə onların sənayedə iştirakını müəyyən dərəcədə təmin etməyə səy göstərir [5, s.95].

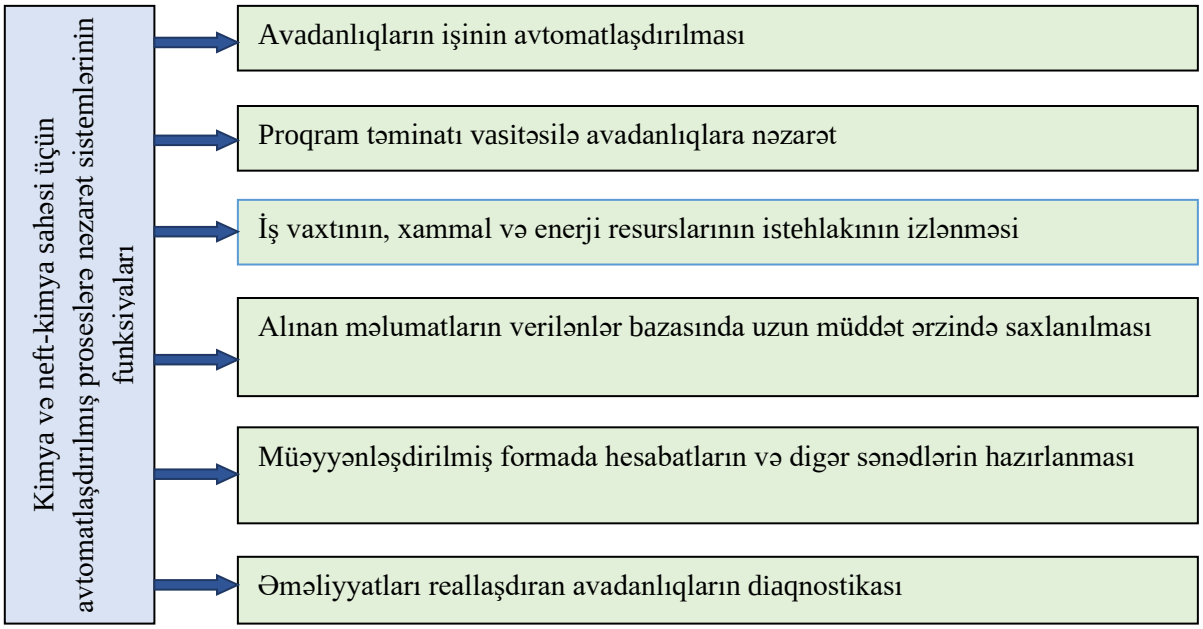
Hesab edirik ki, Azərbaycanda kimya və neft-kimya istehsalçıları öz fəaliyyətlərini təkmilləşdirmək məqsədilə yerli bazara qabaqcıl rəqəmsal mexanizmləri gətirməkdə maraqlıdırlar, çünki belə mexanizmlər qlobal bazarda yüksək rəqabət qabiliyyətinin əsasıdır. Məlumdur ki, dördüncü sənaye inqilabı, rəqəmsal mexanizmlərin tətbiqi ictimai istehsalda yeni biznes modellərinin və təşkilati strukturlarının yaradılmasına və inkişafına səbəb olmuşdur. Əsas rəqəmsal texnologiyalardan olan və rəqəmsal transformasiya şəraitində iqtisadi proseslərin yüksək səmərəliliyini təmin edən İKT əsasında maşın və proseslərin intellektual şəbəkələri formalaşır. Rəqəmsal mexanizmlərin spesifik xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, onlar elm, istehsal, təhsil və bilik tutumlu məhsulların kommersiyalaşdırılmasını qarşılıqlı əlaqə prosesində reallaşdırır [6, s. 587]. Təsadüfi deyildir ki, rəqəmsal texnologiyalar insan həyatının müxtəlif sahələrinə getdikcə daha çox nüfuz edir. Bu cür texnologiyalar müxtəlif proseslərin aparılması, xüsusən də onların sadələşdirilməsi baxımından böyük imkanlar yaradır. Rəqəmsallaşmanın əsas məqsədləri işin səmərəliliyini artırmaq və ən az insan iştirakı ilə prosesləri reallaşdırmağa imkan verən müxtəlif növ sistemlər yaratmaqdır [7, s.170]. Bunlarla əlaqədar olaraq, kimya və neft-kimya kompleksinə

daxil olan müəssisələrin inkişafında önəm daşıyan bəzi rəqəmsal mexanizmlərə diqqət yetirək: 1. Avadanlıqların müxtəlif sensorlarla təchiz edilməsi. Kimya və neft-kimya müəssisələrinin rəqəmsallaşdırılmasından danışarkən, ilk öncə, əşyaların interneti - bütün göstəricilərə uzaqdan nəzarət etməyə və müəssisəni avtomatlaşdırılmış şəkildə idarə etməyə imkan verən vahid şəbəkəyə qoşulmuş istehsal qurğularının sensorları və proqram təminatı sistemi nəzərdə tutulur. Sensorların, nəzarətçilərin və iştirakçıların vahid şəbəkəsi avadanlığın vəziyyəti haqqında məlumatları dərhal almağa, bütün prosesi uzaqdan idarə etməyə və səhvləri vaxtında aradan qaldırmağa imkan verir. 2. Kimya və neft-kimya istehsalının rəqəmsal planlaşdırılması və həmin sahə məhsulları bazarının analitikası. Bu sahədə istehsal dövrü, ilk öncə, onun məhsullarına olan tələbatın həcmindən asılıdır. Riyazi modellər istehsal proseslərini optimallaşdırır, bununla da məhsulların həddindən artıq istehsalının və anbarların həddindən artıq toplanmasının qarşısını alır. 3. Rəqəmsal həll kimi proqnozlaşdırıcı analitika. Proqnozlaşdırıcı analitika keçmişdə baş vermiş proseslərin məlumatlarına əsaslanır [8, s.270]. 4. Xüsusi diaqnostik terminalların tətbiqi. Kimya və neft-kimya məhsullarının istehsalı insanlar üçün artan təhlükə obyektidir və təkcə avadanlıq deyil, həmin sahə məhsullarının istehsalı da potensial təhlükə yaradır. Diaqnostik terminallar həkimlərin köməyi olmadan iş zamanı işçinin sağlamlığını müəyyənləşdirməyə imkan verir. 5. Ətraf mühitin monitorinqi. Çox vaxt kimya və neft-kimya məhsullarının istehsalı nəticəsində emissiyalar, tullantılar və axınlar səbəbindən ekosistemin çirklənməsi baş verir ki, avtomatlaşdırma bu halları minimuma endirir. 6. Elektron sənəd dövriyyəsi və məlumatların strukturlaşdırılması. Bir çox şirkətlər elektron sənəd idarəetməsi sistemlərinə keçid ediblər ki, bu da idarəetmə vəzifələrinin həlli baxımından böyük önəm daşıyır. 7. İnformasiya təhlükəsizliyi. Elektron sənəd dövriyyəsindən danışarkən onun təhlükəsizliyini unutmamaq lazımdır. Aydındır ki, kimya və neft-kimya sahəsi təhlükəli fəaliyyət sahəsidir, texnoloji proseslərə müdaxilə ciddi nəticələrə səbəb ola bilər. Bu sahədə informasiyalar təhlükəsiz şəkildə saxlanılmalıdır. Beynəlxalq təcrübə göstərir ki, kimya və neft-kimya sektoru ən dinamik inkişaf edən sektorlardan biri kimi öz fəaliyyətlərində yeni rəqəmsal nailiyyətlərdən istifadə edir. Bu sektor yüksək emal dərəcəsi ilə əlavə dəyəri olan son məhsullar istehsal edir, ixrac potensialına malikdir və daxili iqtisadiyyatın marjinal sahələrindən biridir [9 s. 432].

Qeyd edək ki, kimya və neft-kimya sektorunun əsas məqsədi yeni rəqabət üstünlükləri əldə etmək, yerli müəssisələri qlobal səviyyəyə çıxarmaqdır. Bu sektorun böyük inkişaf perspektivləri var və tədqiqatçıların fikrincə, buraya birbaşa və portfel investisiyaların cəlb edilməsinin yüksək səviyyəsi həmin sektor müəssisələrinə müasir rəqəmsal texnologiyaların tətbiqinə imkan verir [10, s.153]. İqtisadiyyatın kimya və neft-kimya sektorunun rəqəmsal transformasiyası istehsal fəaliyyətinə yeni innovativ məhsulların tətbiqinə töhfə verir. Bu sektorda rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi kompleksə daxil olan müəssisələrin rəqabət qabiliyyətinin, əmək məhsuldarlığının artırılması ilə bağlı bir sıra üstünlüklər yaradır, əlavə iş yerlərinin açılmasına gətirib çıxarır, innovasiya və investisiya cəlbediciliyini yüksəldir. Rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi genişləndikcə kompleksə daxil olan müəssisələrin hər birinin rəqabət qabiliyyətimim artırılmasına, səmərəliliyinə, işçilərinə, eləcə də bütövlükdə ölkə iqtisadiyyatına və əhalinin yaşayış səviyyəsinə önəmli təsir göstərir [11, s.53]. Kimya və neft-kimya kompleksinin rəqəmsallaşdırılması tam və ya qismən avtomatlaşdırılmış istehsal proseslərinin və logistika əməliyyatlarının monitorinqinin xüsusiyyətlərini və təşkilini yaxşılaşdırmağa, resurs xərclərini minimuma endirməyə və istehsal itkilərini azaltmağa kömək edir. Kimya və neft-kimya kompleksinin rəqəmsal transformasiyası ixtisaslı işçilərin axtarışı və işə götürülməsi üçün rəqəmsal platformalar vasitəsilə kadr siyasətinin səmərəliliyini artırır və insan resurslarının idarə

edilməsini optimallaşdırır. Rəqəmsallaşma kimya və neft-kimya istehsalının mexanikləşdirilməsi və təhlükəsizliyinin təmin edilməsi sahəsində bir sıra əsas vəzifələri həll etməyə imkan verir.

Şəkil 1-də kimya və neft-kimya kompleksində quraşdırılmış avtomatlaşdırılmış proseslərə nəzarət sisteminin əsas funksiyaları verilmişdir.



Şəkil 1. Kimya və neft-kimya kompleksi üçün avtomatlaşdırılmış proseslərə nəzarət sistemlərinin funksiyaları (müəllif tərəfindən hazırlanmışdır).

Hesab edirik ki, kimya və neft-kimya kompleksində texnoloji proseslərin avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemləri strukturlaşdırılmış aparat-proqram kompleksidir. Bu kompleksə hər biri ayrıca texnoloji prosesin idarə edilməsini reallaşdıran bir çox avadanlıq qrupları daxildir. Bu avadanlıqlar insanın istehsal prosesində birbaşa iştirakını minimuma endirmək və yerinə yetirilən əməliyyatların mürəkkəbliyini azaltmaq üçün istifadə olunur. Kimya və neft-kimya istehsalında avtomatlaşdırmanın vəzifəsi, təhlükəli əməliyyatlarda insan iştirakının azalması ilə texnoloji avadanlıqların etibarlılığını və təhlükəsizliyini artırmaq məqsədilə istehsal proseslərini optimallaşdırmaqdır. Müasir şəraitdə sənaye sahələrində rəqəmsal texnologiyalardan istifadəni tətbiq etməklə önəmli nəticələr əldə etmək mümkündür. Rəqəmsallaşma istehsal prosesinin bütün hissələrində, səmərəliliyin artırılmasında, xərclərin azaldılmasında, idarəetmə prosesində düzgün qərarların qəbul edilməsində böyük önəm daşıyır. Habelə, rəqəmsal texnologiyaların insan fəaliyyətinin və iqtisadiyyatının bütün əsas sahələrinə fəal şəkildə nüfuz etməsi sürətlə davam edir. Bu prosesin indiki mərhələsi "rəqəmsal transformasiya" adlanır. Bu, rəqəmsal texnologiyalardan istifadə etməklə tamamilə yeni keyfiyyətdə məhsulların istehsalı üçün əsasdır. Rəqəmsal iqtisadiyyatın inkişafı iqtisadiyyatın yenilənməsi, dövlət idarəçiliyi, rəqəmsal texnologiyaların köməyi ilə hökumət, iqtisadiyyat və əhali arasında qarşılıqlı əlaqəni yaradılması ilə bağlıdır. Rəqəmsal istehsala gəlincə, bu, bir-biri ilə əlaqəli ağıllı maşınlar və materiallar üçün yüksək performanslı istehsal mühitidir. Bu mühitdə avadanlıqların dayanma müddəti, qüsurlar və tullantılar minimuma endirilir. Bu mühitdə prosesin səmərəliliyi avtomatlaşdırılmış maşın və

avadanlıqlar və özünü optimallaşdırma vasitəsilə optimallaşdırılır.

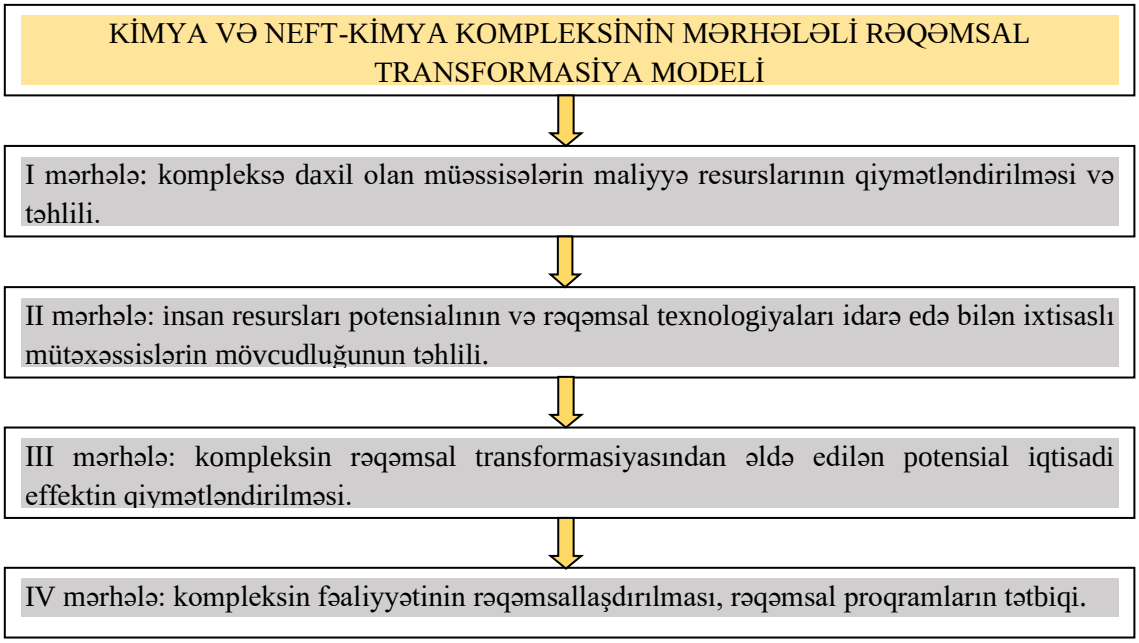
Kimya və neft-kimya sahəsinin rəqəmsallaşdırılması eyni vaxtda bir neçə strateji hədəfə çatmağa kömək edir. Bazarda məhsul və ya xidmətlərin keyfiyyəti yüksəlir, məhsulların maya dəyəri azalır, yeni məhsulların hazırlanması və bazara çıxarılması vaxtı azalır və nəticədə səmərəlilik göstəriciləri yüksəlir. Rəqəmsal texnologiyaların və innovasiyaların bu şəbəkəyə cəlb edilməsi ilə rəqəmsal transformasiya proseslərinin sürətləndirilməsi gələcək fəaliyyətlərin səmərəliliyinin təminatıdır. Data analitikası, süni intellekt, proqnozlaşdırıcı texniki xidmət və verilənlərə əsaslanan proseslərin idarə edilməsinə qədər rəqəmsal texnologiyalar kimya və neft-kimya sahəsini dəyişdirə bilər. Rəqəmsal texnologiyalar məlumatlardan tutmuş istehsalın planlaşdırılmasına və material və enerjinin optimal axınlarının idarə olunmasına qədər davamlı inkişafın bütün aspektlərini inteqrasiya etməyə kömək edir. Rəqəmsal transformasiya müxtəlif müasir texnologiyaların köməyi ilə müvafiq rəqəmsal əsaslı platforma tələb edir.

Məlumdur ki, kimya və neft-kimya kompleksi istehsalın inkişafı və maksimum rəqəmsallaşdırılması istiqamətində daha çox səylər və maliyyə resursları tələb edir. Rəqəmsal texnologiyalar effektiv idarəetmə, optimallaşdırma və texnoloji avadanlıqlarla işləyərkən insan amilinin təsirinin azaldılması baxımından yüksək aktuallıq kəsb edir. Müasir rəqəmsal həllər son illərdə ən yüksək inkişaf səviyyəsini əldə edərək, müasir kimya və neft-kimya müəssisələrinə fəaliyyət göstəricilərində əhəmiyyətli artım əldə etməyə imkan verir. Bu sahədə rəqəmsallaşma əməliyyat proseslərinin icrasının səmərəliliyinin artırılması ilə yanaşı sadələşdirməni təmsil edir. Rəqəmsal vasitələrin inteqrasiyası və tətbiqi təkcə avadanlığın işini optimallaşdırmağa deyil, habelə bu prosesə fərqli şəkildə baxmağa imkan verir ki, bu da rəqəmsal idarəetmə sistemlərinin açıqlığı ilə əldə edilir. Beləliklə, kimya və neft-kimya sahəsinin inkişafında əsas məqsəd kimi proseslərin sona çatması, eləcə də onların optimallaşdırılması və modernləşdirilməsidir. Habelə, rəqəmsal texnologiyalar bu məsələnin inkişafından ən çox diqqət tələb edən ən effektiv həllərdən birini təmsil edir. Nəzərdən keçirilən sənaye ilə bağlı ən innovativ həllərdən biri həmin sektor üçün avtomatlaşdırılmış proseslərə nəzarət sistemləridir. Bu sistemlərin istifadəsi texnoloji avadanlıqların bütün parametrlərinə paralel nəzarətin yerinə yetirilməsi əsasında istehsal prosesini sabitləşdirməyə imkan verir. Texnoloji proseslərlə bağlı toplanmış və işlənmiş məlumatlar xüsusi interfeysdə vizuallaşdırılır, bunun əsasında operator icraedicilərə əmrlər təyin etmək imkanı əldə edir. Kimya və neft-kimya kompleksinin effektiv rəqəmsal transformasiyası həmin sahənin rəqəmsallaşdırılması üzrə fəaliyyətlərin siyahısını müəyyənləşdirən, onun mövcud vəziyyətindən istənilən vəziyyətə keçirilməsi üçün fəaliyyət planını təmin edən inkişaf etmiş rəqəmsallaşma strategiyası olmadan mümkün deyil. Hazırda kimya və neft-kimya sahəsində rəqəmsal texnologiyaların keyfiyyətcə yeni səviyyədə tətbiqi zərurəti tez bir zamanda dərk edilməli, uzunmüddətli rəqəmsallaşma strategiyası hazırlanmalı, rəqəmsal mədəniyyətin inkişafı təmin edilməli, bu sahəyə yüksək ixtisaslı mütəxəssislər fəal şəkildə cəlb edilməlidir**.**

Kimya və neft-kimya kompleksinin rəqəmsallaşdırılması ona daxil olan müəssisələrin fəaliyyətinin idarə edilməsi, təşkili, planlaşdırılması, proqnozlaşdırılması və qiymətləndirilməsi sisteminin təkmilləşdirilməsinin ilk mərhələsidir. Həmin kompleksin spesifik xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla, onun inkişafı üçün rəqəmsal texnologiyaların mərhələli tətbiqini nəzərdə tutan strateji inkişaf modelinin hazırlaması zəruridir. Kimya və neft-kimya kompleksinin strateji inkişaf modeli aşağıdakı göstəricilərdən asılıdır: kompleksə daxil olan müəssisələrin maliyyə sabitliyi; düzgün təşkilati və idarəetmə qərarları qəbul etməyə qadir olan yüksək ixtisaslı kadrların olması; rəqəmsal biznes texnologiyalarına mərhələli keçid strategiyasının mövcudluğu.

Şəkil 2-də kimya və neft-kimya kompleksində rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi modelini

təqdim etmişik.



Şəkil 2. Kimya və neft-kimya kompleksinin mərhələli rəqəmsal transformasiyası modeli (müəllif tərəfindən hazırlanmışdır).

NƏTİCƏ

Ümumiyyətlə, rəqəmsallaşmanın üstünlüklərinin istehsalın intensivləşdirilməsi amili kimi formalaşdırılması kimya və neft-kimya kompleksinin davamlı inkişaf strategiyasının təkmilləşdirilməsini tələb edir və bununla bağlı bir sıra məsələləri fərləndirmək istərdik:

- istehsal xərclərinin azaldılması və bu əsasda sahə müəssisələrinin səmərəliliyinin və istehsalın çevikliyinin artırılması;
- kadrların işində subyektiv səhvlərin azaldılması, təhlükəsiz iş şəraitinin təmin edilməsi və əmək məhsuldarlığının və məhsulların keyfiyyətinin artırılması;
- yeni məhsulların bazara çıxarılmasının sürətləndirilməsi və analoji bazarlarda möhkəmlənməsində rəqəmsal mexanizmlərdən fəal istifadə olunması;
- istehlakçılar üçün məhsul satışı və satışdan sonrakı xidmətlərin keyfiyyətinin yüksəldilməsi, istehlakçı və müştəri auditoriyasının genişləndirilməsi tədbirlərinin görülməsində rəqəmsal marketinq araşdırmaları və qiymətləndirmələri proqramlarının tətbiqi;
- sahədaxili qarşılıqlı əlaqənin və xarici kommunikasiyaların sadələşdirilməsi, qarşılıqlı əlaqə üçün vaxt və əməliyyat xərclərinin azaldılması, sahənin maraqlı tərəfləri ilə müxtəlif sosial-iqtisadi qruplar arasında birbaşa və əks əlaqənin formalaşdırılması və rəqəmsal kommunikasiyalardan intensiv istifadə edilməsi;
- yeni fəaliyyət sahələrinin yaradılması və onların məhsuldarlığının artırılması;
- sosial-iqtisadi qruplar və bütün maraqlı tərəflər arasında qarşılıqlı əlaqənin aktivləşdirilməsi və genişləndirilməsi, korporativ məsuliyyətin artırılması proseslərində rəqəmsal alətlərdən, o cümlədən əşyaların interneti və süni intellekt vasitələrindən səmərəli istifadə olunması tədbirlərinin görülməsi və s.

Ədəbiyyat siyahısı:
1. Aliyev, Sh.T. Problems Of Diversification Of Azerbaijani Economy In Modern Conditions / VIII International scientific and practical conference «Current problems of social and labor relations» (ISPC-CPSLR 2020), Makhachkala. 17-18 December 2020. – P.38-44.
2. Salmanov, M.C. Azərbaycanda neftkimya müəssisələrinin ixrac potensialının artırılması istiqamətləri və perspektivləri. Geostrategiya jurnalı, – 2019. № 05 (53), – s.155-159.
3. Əliyev, Ş.T. Azərbaycanın kimya və neftkimya komleksinin qiymətləndirilməsi və yenidən qurulması istiqamətləri. Bakı-Elm və Təhsil, 2012, 156 s.
4. Əliyev, V.Q. Azərbaycanın qeyri-neft sektorunda ixrac potensialından istifadənin tənzimlənməsi problemləri. İqtisad üzrə fəlsəfə doktoru alimlik dərəcəsi almaq üçün təqdim edilmiş diss. avtoreferatı. /– Bakı, 2015. – 31 s.
5. Bəxtiyarova, A.Z. Neft-qaz xammalından məhsuldar istifadənin təşkilində neft-kimya emal müəssisələrinin strateji rolu. Geostrategiya jurnalı. –2023. № 06 (78), – s.93-97.
6. Mamedov Z.F. Aliyev Sh.T. Digitalization of the economy: analysis of influence on the banking sphere in Azerbaijan in the context of world experience// 55th International Scientific Conference on Economic and Social Development, Baku, Azerbaijan.: 25 June 2020, Book of Proceedings Vol. 2/4. P 584-591.
7. Полякова, Т.А. Цифровизация в нефтехимическом комплексе / Т.А. Полякова, Ф.Р. Гариева // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности: Сборник научных статей по итогам пятой международной научной конференции, – Казань, – 30–31 мая 2020, – с. 170-171.
8. Павлова, Д.В. Анализ решений по цифровой трансформации предприятий химической промышленности / Д.В. Павлова, Т.Н. Шушунова // Эффективное управление экономикой: проблемы и перспективы: сборник трудов VII Всероссийской научно-практической конференции, – Симферополь, – 14–15 апреля 2022, – с. 268-272.
9. Aliyev, Sh.T. Strategic role of Sumgayit in the development of petrochemical industry of Azerbaijan / The International Conference on Actual Problems of Chemical Engineering - APCE 2020. - Azerbaijan State of Oil and Industry University. 24-25 december 2020. – p.430-435.
10. Руденко, Н.С. Цифровая трансформация нефтехимических холдингов / Н.С. Руденко // Двадцать шестые апрельские экономические чтения: материалы всероссийской научно-практической конференции, – Омск, 14 апреля 2020, – с. 152-154.
11. Трофимова, Н.Н. Влияние цифровизации экономики на модернизацию промышленности / Н.Н. Трофимова // Актуальные проблемы экономики и управления. – 2020. № 2(26), – с. 50-54.

PROBLEMS OF APPLICATION OF DIGITAL MECHANISMS IN THE CHEMICAL AND PETROCHEMICAL COMPLEX OF AZERBAIJAN

Mugaddas Azizzade
Doctoral student of Azerbaijan State Oil and Industry University
AZ 1010, Azadlig ave., 20, Baku, Republic of Azerbaijan.
Email: muqeddes.azizzade080@gmail.com

ABSTRACT.
The article examines the problems of applying digital mechanisms in the chemical and petrochemical complex of Azerbaijan. The importance of expanding the role of digital mechanisms in the development of the chemical and petrochemical complex is substantiated. The functions of automated process control systems for the chemical and petrochemical complex in the modern era are schematically developed. A model of phased digital transformation of the chemical and petrochemical complex in the new conditions is given. Proposals are made on the problems considered.

Keywords: Azerbaijan, chemical and petrochemical complex, digital mechanisms, digital transformations, digital tools.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0331

SYNTHESIS AND STUDY OF MODIFIED HIGH-ALKALINE ALKYLPHENOLATE ADDITIVE

[1]Rahib Gasumov, [2]Vagif Farzaliyev, [3]Elmira Naghiyeva, [4]Ali Gadirov, [5]Rachila Mammadova, [6]Sachila Nasirova

[1]Doctoral student Operational Company Umid Babak Azerbaijan, Baku. ORCİD: https://orcid.org/0009-0004-5609-0647; rahib6400@gmail.com
[2]Academician of the Institute of Chemistry of Additives named after. acad. A.M.Kulieva MNO of Azerbaijan, Baku ORCİD: https://orcid.org/0000-0002-2047-8488; aki05@mail.ru
[3]Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Institute of Chemistry of Additives named after Academician A.M. Kuliyev of the Ministry of Education of Azerbaijan, Baku, ORCİD: https://orcid.org/0000-0003-2563-1768; nagiyeva.46@mail.ru
[4]Leading researcher, associate professor, Institute of Chemistry of Additives named after academician A.M.Kuliyev, Ministry of Education of Azerbaijan, Baku. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8288-5257; qadirov.58@mail.ru
[5]Researcher, Institute of Chemistry of Additives named after academician A.M.Kuliyev, Ministry of Education of Azerbaijan, Baku, https://orcid.org/0000-0002-9523-6168; aki05@mail.ru
[6]Engeener, Institute of Chemistry of Additives named after academician A.M.Kuliyev, Ministry of Education of Azerbaijan, Baku, https://orcid.org/0000-0002-6498-602X; aki05@mail.ru

ABSTRACT

Scientific and technical progress in engine building is closely linked to the development of highly effective lubricants that meet the requirements of modern and advanced technology.

The use of high-quality lubricants helps to increase the service life of engines and reduce the costs of maintenance and repair of equipment.

To obtain motor oils that meet modern requirements, it is necessary to synthesize effective additives.

The growing power of modern gasoline and diesel engines, the tightening of their operating conditions impose ever-increasing demands on the quality of modern motor oils. Improving the quality of motor oils with the help of effective additives is one of the most modern and promising methods used in world practice.

To ensure long-term and reliable operation of machines, the development and production of efficient motor oils is increasing.

Only base oils with additives of various functional effects can have a complex of operational properties, since base oils, no matter how they are obtained and how they are purified, do not meet all the requirements imposed on them.

The growing power of modern gasoline and diesel engines, the tightening of their operation modes impose uplifted demands on the quality of modern motor oils. Improving the quality of motor oils with the help of effective additives is one of the most modern and promising methods used in world practice. To meet the requirements of new engines in high-quality oils, it is necessary to create new modifications of traditional additives (alkylphenolic, sulfonate, dithiophosphate etc.) of better quality than those currently produced. The most widely used additives are alkylphenolate additives, have multifunctional properties and are one of the main components of motor oils.

To ensure long-term and reliable operation of machines, the development and production of

effective motor oils is increasing.

The use of highly alkaline alkylphenolate additives allows us to obtain high-quality motor oils of various groups.

Therefore, the synthesis of effective alkylphenol additives, the organization of their production and the creation of high-quality motor oils is one of the pressing problems of petro chemistry.

In this regard, an effective highly alkaline multifunctional alkylphenolate additive AKİ-151 has been obtained, which is a carbonated calcium salt of the condensation products of dodecylphenol, formaldehyde and imidazole.

AKİ-151 is a multifunctional additive that surpasses foreign analogues of the additive VNIINP-714 and OLOA-218A in anticorrosion properties.

Using the AKİ-151 additive and other additives, it is possible to develop effective oils of various groups.

Keywords *dodecylphenol, formaldehyde, imidazole, additive, functional properties, sintez, study, motor oil.*

MODİFİKASİYA EDİLMİŞ YÜKSƏK QƏLƏVİLİ ALKİLFENOLYAT AŞQARLARININ SİNTEZİ VƏ TƏDQİQİ

[1]Rahib Qasımov, [2]Vaqif Fərzəliyev, [3]Elmira Nağıyeva, [4]Əli Qədirov, [5]Rahilə Məmmədova, [6]Sahilə Nəsirova

[1]Ümid Babək Operativ Kompaniyasının doktorantı, https://orcid.org/0009-0004-5609-0647; rahib6400@gmail.com
[2]*AR ETN Akademik Ə.M.Quliyev adına Aşqarlar Kimyası İnstitutu, akademik https://orcid.org/0000-0002-2047-8488; aki05@mail.ru*
[3]*AR ETN Akademik Ə.M.Quliyev adına Aşqarlar Kimyası İnstitutu texnika elmlər doktor, dosent https://orcid.org/0000-0003-2563-1768; nagiyeva.46@mail.ru*
[4]*AR ETN Akademik Ə.M.Quliyev adına Aşqarlar Kimyası İnstitutu, aparıcı elmi işçi. dosent https://orcid.org/0000-0002-8288-5257; qadirov.58@mail.ru*
[5]*AR ETN Akademik Ə.M.Quliyev adına Aşqarlar Kimyası İnstitutu, elmi işçi. https://orcid.org/0000-0002-9523-6168; aki05@mail.ru*
[6]*AR ETN Akademik Ə.M.Quliyev adına Aşqarlar Kimyası İnstitutu, mühəndis, https://orcid.org/0000-0002-6498-602X; aki05@mail.ru*

XÜLASƏ

Mühərrik istehsalında elmi-texniki tərəqqi müasir və perspektiv texnologiyanın tələblərinə cavab verən, yüksək effektli sürtkü yağlarının işlənib hazırlanması ilə sıx bağlıdır.

Yüksək keyfiyyətli sürtkü yağlarının istifadəsi mühərriklərin xidmət müddətini artırmağa və avadanlığa texniki xidmət və təmir xərclərini azaltmağa kömək edir.

Müasir tələblərə cavab verən motor yağlarını əldə etmək üçün effektiv aşqarları sintez etmək lazımdır.

Müasir benzin və dizel mühərriklərinin artan gücü və onların iş şəraitinin sərtləşdirilməsi müasir motor yağlarının keyfiyyətinə artan tələblər qoyur. Effektiv aşqarlardan istifadə etməklə motor yağlarının keyfiyyətinin yüksəldilməsi dünya təcrübəsində tətbiq edilən ən müasir və perspektivli üsullardan biridir.

Yalnız müxtəlif funksional təsirlərə malik aşqarları olan baza yağları əməliyyat xassələri

kompleksinə malik ola bilər, çünki baza yağları necə alındığından və necə təmizləndiyindən asılı olmayaraq, onlara qoyulan bütün tələblərə cavab vermir.
Yüksək keyfiyyətli yağlarda yeni mühərriklərin tələblərini ödəmək üçün hazırda istehsal olunanlardan daha keyfiyyətli ənənəvi aşqarların (alkilfenol, sulfonat, ditiofosfat və s.) yeni modifikasiyalarını yaratmaq lazımdır.
Ən çox istifadə edilən aşqarlar alkilfenolat aşqarlarıdır. Alkilfenolyat aşqarları çoxfunksiyalı xüsusiyyətlərə malikdir və motor yağlarının əsas komponentlərindən biridir.
Müasir tələblərə cavab verən motor yağları əldə etmək üçün effektiv aşqarlar sintez etmək lazımdır.
Maşınların uzunmüddətli və etibarlı işləməsini təmin etmək üçün effektiv motor yağlarının inkişafı və istehsalı artır.
Yüksək qələvi alkilfenolat aşqarlarının istifadəsi müxtəlif qrupların yüksək keyfiyyətli motor yağlarını əldə etməyə imkan verir.
Buna görə də effektiv alkilfenol aşqarlarının sintezi, onların istehsalının təşkili və yüksək keyfiyyətli motor yağlarının yaradılması neft kimyasının aktual problemlərindən biridir.
Bu baxımdan dodesilfenol, formaldehid və imidazolun kondensləşmə məhsullarının karbonatlaşmış kalsium duzu olan effektiv yüksək qələvi çoxfunksiyalı alkilfenolat AKİ-151 aşqarı alınmışdır.
AKİ-151 korroziya qarşı xassələrinə görə VNIINP-714 və OLOA-218A aşqarlarının xarici analoqlarını üstələyən çoxfunksiyalı aşqardır.
AKİ-151 aşqarından və digər aşqarlardan istifadə etməklə müxtəlif qruplardan təsirli yağlar hazırlamaq mümkündür.

Açar sözlər: *dodesilfenol, formaldehid, imidazol, aşqar, funksional xassələri, sintez, tədqiq, motor yağı.*

СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ВЫСОКОЩЕЛОЧНОЙ АЛКИЛФЕНОЛАТНОЙ ДОБАВКИ

[1]Рахиб Гасумов, [2]Вагиф Фарзалиев, [3]Эльмира Нагиева, [4]Али Гадиров, [5]Рахила Мамедова, [6]Сачила Насирова

[1]Докторант Операционной компании «Умид Бабак» Азербайджан, Баку. ОРЦИД: https://orcid.org/0009-0004-5609-0647; rahib6400@gmail.com
[2]Академик Института химии присадок им. акад. А.М.Кулиева МНО Азербайджана, Баку ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2047-8488; aki05@mail.ru
[3]Доктор технических наук, доцент Института химии присадок имени академика А.М. Кулиева Министерства образования Азербайджана, Баку, ORCİD: https://orcid.org/0000-0003-2563-1768; nagiyeva.46@mail.ru
[4]Ведущий научный сотрудник, доцент Института химии присадок имени академика А.М. Кулиева Министерства образования Азербайджана, Баку. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8288-5257; qadirov.58@mail.ru
[5]Научный сотрудник Института химии присадок имени академика А.М. Кулиева Министерства образования Азербайджана, Баку, https://orcid.org/0000-0002-9523-6168; aki05@mail.ru
[6]Инженер, Институт химии присадок имени академика А.М.Кулиева Министерства образования Азербайджана, Баку, https://orcid.org/0000-0002-6498-602X; aki05@mail.ru

РЕЗЮМЕ

Научно-технический прогресс в двигателестроении тесно связан с разработкой высокоэффективных смазочных материалов, отвечающих требованиям современной и передовой техники.

Использование высококачественных смазочных материалов способствует увеличению срока службы двигателей и снижению затрат на обслуживание и ремонт техники.

Для получения моторных масел, отвечающих современным требованиям, необходимо синтезировать эффективные присадки.

Растущая мощность современных бензиновых и дизельных двигателей, ужесточение условий их эксплуатации предъявляют все более высокие требования к качеству современных моторных масел. Повышение качества моторных масел с помощью эффективных присадок является одним из самых современных и перспективных методов, применяемых в мировой практике.

Для обеспечения длительной и надежной работы машин все больше внимания уделяется разработке и производству эффективных моторных масел.

Комплексом эксплуатационных свойств могут обладать только базовые масла с присадками различного функционального действия, поскольку базовые масла, независимо от способа их получения и очистки, не отвечают всем предъявляемым к ним требованиям.

Растущая мощность современных бензиновых и дизельных двигателей, ужесточение режимов их работы предъявляют повышенные требования к качеству современных моторных масел. Повышение качества моторных масел с помощью эффективных присадок является одним из самых современных и перспективных методов, применяемых в мировой практике. Для удовлетворения потребностей новых двигателей в высококачественных маслах необходимо создание новых модификаций традиционных присадок (алкилфенольных, сульфонатных, дитиофосфатных и т. д.) лучшего качества, чем выпускаемые в настоящее время. Наиболее широко применяемыми присадками являются алкилфенолятные присадки, которые обладают многофункциональными свойствами и являются одним из основных компонентов моторных масел.

Для обеспечения длительной и надежной работы машин все больше внимания уделяется разработке и производству эффективных моторных масел.

Использование высокощелочных алкилфенолятных присадок позволяет получать высококачественные моторные масла различных групп.

Поэтому синтез эффективных алкилфенолятных присадок, организация их производства и создание высококачественных моторных масел является одной из актуальных проблем нефтехимии.

В связи с этим получена эффективная высокощелочная многофункциональная алкилфенолятная присадка AKİ-151, представляющая собой углекислую кальциевую соль продуктов конденсации додецилфенола, формальдегида и имидазола.

AKİ-151 является многофункциональной присадкой, превосходящей по антикоррозионным свойствам зарубежные аналоги присадки ВНИИНП-714 и ОЛОА-218А.

Используя присадку AKİ-151 и другие присадки, можно разрабатывать эффективные масла различных групп.

Ключевые слова: *додецилфенол, формальдегид, имидазол, присадка, функциональные свойства, синтез, исследование, моторное масло.*

II. Modern methods of synthesis of macromolecular compounds

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0336

СИНТЕЗ СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО СОПОЛИМЕРА НА ОСНОВЕ 2,3-ДИМЕТИЛБУТАДИЕНА И СТИРОЛА

Саида Мамедли[1], Муса Мусаев[2], Шабнам Гараева[3], Аида Гасымзаде[4], Шахана Гасанова[5], Алекбер Рагимли[6]

[1]Институт Полимерных Материалов Министерства Науки и Образования Азербайджана
[2,3,4]Сумгайытский Государственный Университет
[5,6]Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности

[1]заведующий отделом, кандидат химических наук, доцент http://orcid.org/0000-0003-2269-3306, seide.mamedli@yandex.ru
[2]заведующий кафедры, кандидат химических наук, профессор http://orcid.org/0000-0002-2418-8031, musa.mustafayev.1962@mail.ru
[3] старший лаборант, http://orcid.org/0009-0000-8312-9587, shabnam-1983@mail.ru
[4]магистр, aideqasimzade5@gmail.com
[5]магистр, Hesenovasehane08@icloud.com
[6]докторант, aliakbarhuseyn@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Синтезирован 2,3-диметилбутадиен и проведена его сополимеризация со стиролом. Состав синтезированного сополимера подтвержден элементным анализом сополимера, а строение методом ИК-спектроскопического анализа. Показано, что сополимеризация этих сомономеров протекает с раскрытием двойной связи винильной группы стирола и 1,4-присоединением 2,3-диметилбутадиена. При этом характеристическая вязкость сополимера, синтезированного на основе 2,3-диметилбутадиена и стирола составила 1,05 дл/г. Величина адгезионный способности варьируется в пределах 7-15 МПа. Показано, что синтезированный сополимер растворим, способен структурироваться под действием УФ лучей. Это явление наблюдается через определенный интервал времени (в течение 10-12 минут). При облучении наряду с процессом структурирования, также наблюдается небольшой вклад процесса окисления, который происходит через 5-10 минут. Свеочувствительность сополимера составляеть Ψ=55,2 см2/Кл. Светочувствительность сополимера сильно зависит от толщины покрытия, чем толще покрытие, тем ниже спектральная светочувствительность сополимера. В зависимости от состава синтезированного сополимера, они могут использоваться в микро- и оптоэлектронике в качестве негативного резиста. В то же время, макромолекулы сополимера 2,3-диметилбутадиена и стирола имеют линейное строение, а наличие внутренних двойных связей в боковом фрагменте повышает его физико-механические свойства, а также их восприимчивость к УФ-лучам. В фотохимических исследованиях синтезированный сополимер представляет большой интерес в качестве светочувствительного объекта и для создания светочувствительных резистивных материалов.

Ключевые слова: светочувствительные полимеры, 2,3-диметилбутадиен, стирол, сополимеризация, микроэлектроника.

ВВЕДЕНИЕ

Радикальная сополимеризация диенов с виниловыми мономерами, особенно со стиролом и его производными, является одним из основных обектов многочисленных исследований [1-3]. Так как, сополимеры, полученные в результате этих реакций, помимо изготовления резиновых изделий широко используются в производстве специальных полимерных материалов — резистов [4-6]. Известно, что диеновые полимеры и сополимеры, имеющие внутренные двойные связи при УФ облучении структурироваются [7-9]. Негативные резисты можно изготовливать исходя из этой их особенности. Негативныt резисты широко используються в литографии, в микроэлектронике и т.д. [10, 11]. Их можно использовать при изготовлении соответствующих деталей приборов и оборудования различного назначения.

Из диеновых мономеров в качестве объекта исследования мы выбрали 2,3-диметилбутадиен (ДМБ). Гомополимер этого мономера чувствительен к излучению и имеет хорошые физико-механические свойства, однако пленки, изготовленные на основе этого полимера, имеют низкие адгезионные свойства. С целью повышения адгезионной способности полимера из диеновых мономеров и улучшения их физико-механических свойств, мы модифицировали его стиролом (Ст).

Представленная работа, посвящена синтезу нового сополимера на основе сомономеров 2,3-диметилбутадиена и стирола, изучению процесса сополимеризации, а также светочувствительности и других физико-механических свойств образцов сополимера, полученных в различных условиях.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Материалы и реактивы

Для исследований использовали: пинаконгидрат (Central Drug House (P) Ltd., Индия); HBr (Central Drug House (P) Ltd., Индия), CaCl2 (Central Drug House (P) Ltd., Индия), стирол (Central Drug House (P) Ltd., Индия), катализатор для полимеризации бензоил пероксид (БП) (98,0 %, “Aldrich” США); бензол (“Aldrich” США); метанол (Central Drug House (P) Ltd., Индия).

Синтез 2,3-диметилбутадиена

Сначала пинаконгидрат обезвоживают. Для этого в трехгорлую колбу помещают 472 г пинаконгидрата (C6H14O2·6H2O), прибавляют к нему 500 мл бензола и перегоняют. В это время содержащаяся в пинаконгидрате вода удаляется путем образования азеотропной смеси с бензолом. Этот процесс продолжают до тех пор, пока дистиллят не станет прозрачным.

Для получения ДМБ 354 г (3 моль) пинаконгидрата и 10 мл 48%-ного HBr помещают в коническую колбу, снабженную запорным краном и постепенно нагревают. Отделенный до нагревании 95°C дистиллят собирали, верхний органический слой отделяли, дважды промывали дистиллированной водой и сушили над сухим CaCl2 с добавкой гидрохинона. Затем смесь отгоняют с помощью ректификационной колонны для сбора фракции, состоящей из ДМБ, в интервале температур 69-70°C. Выход составляет 55-60%. Mr=82, d_4^{20}=0,7270, Ткип=69,6°C, n_D^{20}=1,4390.

Сополимеризация 2,3-диметилбутадиена со стиролом.

В стеклянную ампулу помещают 0,02 моля (1,64 г) ДМБ и 0,02 моля (3,76 г) Ст и добавляют инициатора бензоилпероксида (БП) до 0,5 % от массы мономеров. Затем воздух из ампулы вытесняют азотом, горловину ампулы закрывают, помещают в термостат с температурой 70°С и выдерживают 4 часа. Затем ампулу охлаждают и открывают, реакционную смесь осаждают метиловым спиртом, осажденный сополимер отделяют, промывают метиловым спиртом и сушат сначала при комнатной температуре, а затем в вакуумной печи при 40°С. Выход составляет - 92%.

В ИК-Фурье-спектре сополимера ДМБ-со-Ст фиксируются полосы поглощения в области 1600, 1492 и 1451 $см^{-1}$ (бензольного кольца), 3026 $см^{-1}$ ($-CH_3$); 2920 $см^{-1}$ ($-CH_2-$); 2853 $см^{-1}$ (-CH-); 1701 $см^{-1}$ (–C = C–).

Методы исследования

УФ-спектры были сняты с помощю спектрометра UV/VİS (6850 Yenway, Britaniya 2013) в хлороформе.

ИК спектры регистрировали с помощью ИК-Фурье спектрометра Agilent Cary 630 (Agilent Technogies, США).

Характеристическая вязкость ДМБ-со-Ст была определена вискозиметрическим методом, с помощю вискозиметра Оствальда в растворе хлороформа.

Пленки из растворов полимерных резистов снимаются на стеклянных пластинках центрифуги со скоростью вращения 2500 оборот/мин. Толщину полученных пленок измеряют с помощью микроинтерферометра «ЛИННИК ММИ-4». Их толщина регулируется до 0,2 мкм. Сушку пленок проводят в заданном оптимальном режиме (при комнатной температуре - 0,5 часа и при 323 К и давлении 2 мм рт. ст. - 0,5 часа). В качестве источника света использовалась ртутная лампа ДРТ-220, а при измерении силы света - радиационная термопара марки РТН-105.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Идентификация мономера ДМБ содержащие хромофорные группы – с двойными связами было осуществлена с помощю УФ спектроскопии. В органических веществах появление поглощения в области 200-800 нм свидетельствует о наличии сопряженных кратных связей. В УФ-спектрах мономера ДМБ имеется полоса поглощения при λмаксимум=217 нм ε~2,2×104 которая характерна для –C = C– связей.

В отличие от смеси мономеров, в ИК-спектрах образцов сополимера не наблюдаются полосы поглощения при 1640-1645 $см^{-1}$, соответствующей валентным колебаниям связи C=C винильных групп. В ИК-спектрах также обнаружены характерные полосы поглощения в областях 1600, 1492 и 1451 $см^{-1}$ принадлежащие бензольному кольцу, полосы поглощения в областях 2920 $см^{-1}$, принадлежащие CH_2 групп. Кроме того, в ИК спектре сополимера присутствует полоса поглощения при 1701 $см^{-1}$, характерная для -C=C- связей (рис. 1).

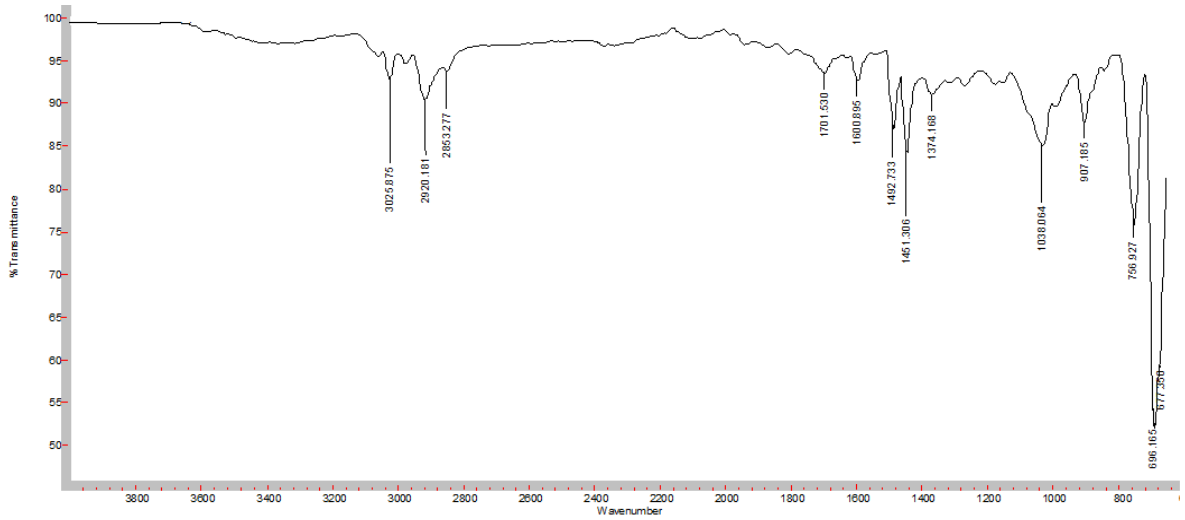
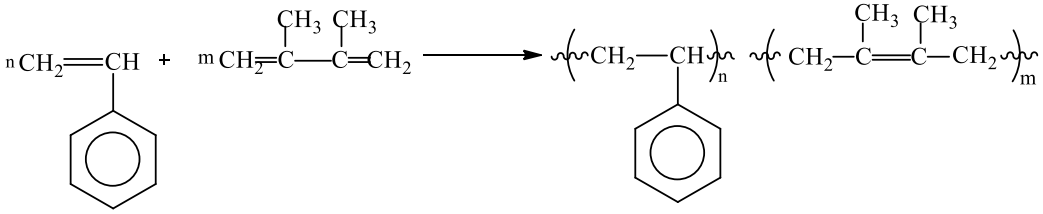


Рисунок 1. ИК спектр сополимера на основе ДМБ и Ст

По полученным экспериментальным данным сополимер ДМБ-со-Ст имеет следующую схему формирования:



Одной из основной задач настоящий исследовательской работы являлись изучение закономерностей реакций бинарно-радикальной сополимеризации синтезированного мономера ДМБ со стиролом, а также идентификация и установления свойств полученных продуктов. Целью сополимеризации стирола с сопряженным диеном, был синтез макромолекул с внутренними двойными связями. Синтез таких полимеров очень важен для исследований.

Известно, что диеновые углеводороды в присутствии радикальных инициаторов полимеризуются с невысокими химическими выходами. При этом целью работы является разработка эффективных методов получения сополимеров, проявляющих требуемые резистные свойства. Выбор ДМБ в качестве сомономера связан с удобством изучения процесса радикальной сополимеризации с этим мономером, с одной стороны — его жидкое состояние при температуре разложения БП, с другой стороны — его структурной особенностью. Поскольку, за счет пространственного затруднения, из-за наличие метильных групп в положениях 2 и 3 ДМБ создается благоприятное условие для присоединение мономера, так что процесс полимеризации происходит преимущественно с 1 и 4 положениях диена.

Реакции сополимеризации ДМБ и стирола проводили в инертной атмосфере в присутствии БП в бензольном растворе, при температуре 343 К в различной глубине превращения сомономеров.

Состав образцов полученного сополимера, как было указано выше изучали методом элементного анализа, а их структуру - методом ИК спектрального анализа.

Синтезированный сополимер представляет собой вещества белого цвета, имеющие различные формы в зависимости от состава. Они хорошо растворимы в ароматических углеводородах, хлороформе и диоксане, но нерастворимы в ацетоне, низкомолекулярных спиртах.

Прежде всего мы с помощью турбодиметрического метода изучили, получаются ли гомополимеры при сополимеризации использованных сомономеров (рис. 2). Для этого продукты реакции сополимеризации проводимых в разных соотношениях сомономеров, растворяли в бензоле и осуществляли турбидиметрическое титрование этих растворов. В качестве осадителя использовали этиловый спирт. Различные фракции получали последовательным добавлением определенных количеств этанольного осадителя. Из полученных результатов анализа видно, что синтезированные продукты во всех случаях являются истинными сополимерами ДМБ и стиролоа.

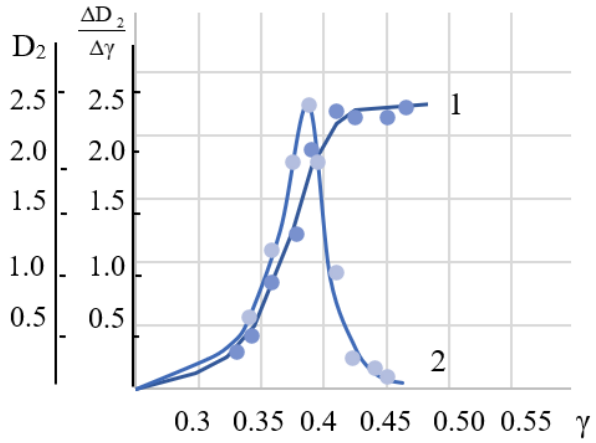


Рисунок 2. Кривые турбидиметрического титрования сополимера ДМБ-со-Ст. Растворитель бензол, осадитель – этанол, инисиатор - БП, Т=343 К, ДМБ:Ст=1,0:1,0 (моль). 1 – D2 – $f(\gamma)$ интегральная кривая, 2 – $\Delta D2/\Delta\gamma$—$f(\gamma)$ дифференциальная кривая.

Представленный нами метод синтеза полифункциональных сополимеров позволяет получить сополимеры с внутренними двойными связями. Изменяя условия синтеза, то есть контролируя мольное количество исходных мономеров, можно целенаправленно регулировать состав и физико-механические, адгезионные и другие свойства сополимера. Было обнаружено, что наличие стирольных звеньев увеличивает прочность и адгезионные свойства. Установлено, что в зависимости от состава сополимера адгезионная способность варьируется в пределах 7-15 МПа. В то же время, если увеличить количество ДМБ в сополимере, наблюдается увеличение эластичности образца. Характеристическая вязкость сополимера составляет 1.05 дл/г.

Установлено, что синтезированный сополимер легко структурируется под воздействием УФ-лучей и образуют резист отрицательного типа (светочувствительность Ψ=55,2 см2/Кл). После 12 минут облучения 90 % сополимера подвергается к структурированию (табл.1).

Выявлено, что светочувствительность образцов, изготовленных на основе сополимера

сильно зависит от толщины покрытия. Отсюда можно сделать вывод, что чем толще покрытие, тем ниже спектральная чувствительность образцов.

Таблица 1. Структурировании сополимера ДМБ-со-Ст различного состава после УФ облучения

Сополимер	Сод. звеньев, моль %		Количество нерастворимой фракции (%) при времени облучения				
	m1	m2	1	2	6	10	12
I	14,88	85,12	20	52	68	87	96
II	32,63	67,37	18	45	62	83	95
III	44,20	55,80	16	40	60	80	92

Как видно из табл. 1 сополимер имеет высокий литографический показатель и может быть использован в качестве фоторезиста негативного типа.

Таким образом, синтезированный новый полимер с внутренними двойными связями обладает высокой светочувствительностью. Была установлено возможность получения образцов сополимера отличающими соотношениями звеньев диенового и стирольного типов, в результате с регулируемыми свойствами (адгезии, гибкости и светочувствительными показателями). Этот сополимер используется при разработке высококачественных и современных востребованных фоторезистов негативного типа с комплексом специальных свойств, а также имеются возможности их применения в микроэлектронике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Saviour A. U., Moses M. S., Viswanathan S. S. Chapter 2 - Basic polymer concepts II. Polymeric Materials in Corrosion Inhibition. 2022, pp. 49-81. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823854-7.00025-4
2. Kozak R., Matlengiewicz M. Controlling chain structure of diene polymers. Part 1. Effect of butadiene and isoprene polymerization methods on microstructure and properties of their homopolymers and copolymers with styrene. Przemysl Chemiczny. 2015. V.94. P.1356. DOI:10.15199/62.2015.8.22
3. Carlotti Stéphane, Desbois Philippe, Warzelhan Volker, Deffieux Alain. Retarded anionic polymerization (RAP) of styrene and dienes. Polymer. 2009. 50. 3057-3067. https://doi.org/10.1016/j.polymer.2009.05.015
4. Guliyev K., Rzayeva A., Ischenko N., Guliyev A. Synthesis of Photosensitive Styrene Copolymers with p-Phenyl-Substituted Cyclopropyl Methacrylates. Polymer Science, Series B. 2021. 64. https://doi.org/10.1134/S1560090422010018
5. Carbaugh Daniel, Kaya Savas, Rahman Faiz. Transparent and visible light-insensitive acrylic photoresist for negative tone optical lithography. Journal of Vacuum Science & Technology B, Nanotechnology and Microelectronics: Materials, Processing, Measurement, and Phenomena. 2017. 35. 011601. https://doi.org/10.1116/1.4971198
6. Nakamura Yasuyuki, Arima Takahiro, Yamago Shigeru. Modular Synthesis of Mid-Chain-Functionalized Polymers by Photoinduced Diene- and Styrene-Assisted Radical Coupling Reaction of Polymer-End Radicals. Macromolecules. 2013. 47. https://doi.org/10.1021/ma402354m

7. Biswanath Dinda. Photochemistry of Alkenes, Dienes, and Polyenes. In book: Essentials of Pericyclic and Photochemical Reactions (pp.215-239). 2017. 93. pp. 215-239. DOI:10.1007/978-3-319-45934-9_7
8. Tetsuo Narumi, Takuma Nishizawa, Tomoyuki Imai, Ryuji Kyan, Hiroki Taniguchi, Kohei Sato, Nobuyuki Mase. Improvement of chemical stability of conjugated dienes by chlorine substitution. Tetrahedron. 2018. V. 74. N45. pp. 6527-6533. https://doi.org/10.1016/j.tet.2018.09.030.
9. Pissadakis S. 12 - Laser processing of optical fibers: new photosensitivity findings, refractive index engineering and surface structuring. Editor(s): Nikolaos A. Vainos. In Woodhead Publishing Series in Electronic and Optical Materials. Laser Growth and Processing of Photonic Devices. Woodhead Publishing. 2012. pp. 374-452. https://doi.org/10.1533/9780857096227.3.374.
10. Michał Szuwarzyński, Karol Wolski, Tomasz Kruk, Szczepan Zapotoczny. Macromolecular strategies for transporting electrons and excitation energy in ordered polymer layers. Progress in Polymer Science. 2021. V 121. P.101433. https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2021.101433.
11. Zhang Luozheng, Yang Tingbin, Shen Liang, Fang Yanjun, Dang Li, Zhou Nanjia, Guo Xugang, Hong Ziruo, Yang Yang, Wu Hongbin, Huang Jinsong, Liang Yongye. Toward Highly Sensitive Polymer Photodetectors by Molecular Engineering. Advanced Materials. 2015. 4;27(41) pp. 6496-503. https://doi.org/10.1002/adma.201502267.

SYNTHESIS OF A PHOTOSENSITIVE COPOLYMER BASED ON 2,3-DIMETHYLBUTADIENE AND STYRENE

Seide Mamedli[1], Musa Musayev[2], Shabnam Garayeva[3], Aida Gasimzadeh[4], Shahana Hasanova[5], Alakbar Rahimli[6]

[1,2,] [1]Institute of Polymer Materials of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan
[2,3,4]Sumgayit State University
[5,6]Azerbaijan State Oil and Industry University
[1]Head of Department, Candidate of Chemical Sciences, Associate professor, http://orcid.org/0000-0003-2269-3306, seide.mamedli@yandex.ru
[2]Head of Department, Candidate of Chemical Sciences, Professor http://orcid.org/0000-0002-2418-8031 musa.mustafayev.1962@mail.ru
[3] Senior Laboratory Assistant, http://orcid.org/0009-0000-8312-9587, shabnam-1983@mail.ru
[4]Master, aideqasimzade5@gmail.com
[5]Master, Hesenovasehane08@icloud.com
[6]PhD student, aliakbarhuseyn@gmail.com

ABSTRACT

2,3-Dimethylbutadiene was synthesized and copolymerized with styrene. The composition of the synthesized copolymer was confirmed by elemental analysis of the copolymer, and the structure by IR spectroscopic analysis. It was shown that the copolymerization of these comonomers occurs by opening the double bond of the vinyl group of styrene and adding 2,3-dimethylbutadiene to 1,4. At the same time, the characteristic viscosity of the copolymer synthesized on the basis of 2,3-dimethylbutadiene and styrene was 1.05 dl/g. The value of the adhesiveness varies between 7-

15 MPa. It was shown that the synthesized copolymer dissolves and is capable of structuring under the influence of UV rays. This phenomenon is observed after a certain time interval (within 10-12 minutes). Along with the structuring process during irradiation, a small contribution from the oxidation process occurring after 5-10 minutes is also observed. The sensitivity of the copolymer is Ψ=55.2 cm2/C. The photosensitivity of the copolymer is highly dependent on the thickness of the coating; Depending on the composition of the synthesized copolymer, they can be used as negative resistors in micro- and optoelectronics. At the same time, the macromolecules of the copolymer of 2,3-dimethylbutadiene and styrene have a linear structure, and the presence of internal double bonds in the side fragment increases its physical and mechanical properties, as well as its sensitivity to UV rays. In photochemical studies, the synthesized copolymer is of great interest as a photosensitive object and for the creation of photosensitive resist materials.
Keywords: photosensitive polymers, 2,3-dimethylbutadiene, styrene, copolymerization, microelectronics.

2,3-Dimetilbutadien və stirol əsasında işığahəssas birgəpolimerin sintezi

Səidə Məmmədli1, Musa Musayev2, Şəbnəm Qarayeva3, Aidə Qasımzadə4, Şəhana Həsənova5, Ələkbər Rəhimli6
1,2, 1 Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Polimer Materialları İnstitutu
2,3,4 Sumqayıt Dövlət Universiteti
5.6 Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
1kafedra müdiri, kimya elmləri namizədi, dosent http://orcid.org/0000-0003-2269-3306, seide.mamedli@yandex.ru
2kafedra müdiri, kimya elmləri namizədi, professor http://orcid.org/0000-0002-2418-8031
musa.mustafayev.1962@mail.ru
3 baş laborant, http://orcid.org/0009-0000-8312-9587, shabnam-1983@mail.ru
4magistr, aideqasimzade5@gmail.com
5 magistr, Hesenovasehane08@icloud.com
6doktorant, aliakbarhuseyn@gmail.com

XÜLASƏ
2,3-Dimetilbutadien monomeri sintez edilmiş və stirol ilə birgəpolimerləşdirilmişdir. Sintez edilmiş birgəpolimerin tərkibi element analizi, strukturu isə İQ-spektroskopik analiz metodu ilə təsdiq edilmişdir. Göstərilmişdir ki, bu birgəmonomerlərin radikal birgəpolimerləşməsi stirol monomerinin vinil qrupunun ikiqat əlaqəsinin açılması ilə və 2,3-dimetilbutadien monomerinin 1,4 birləşməsi yolu ilə baş verir. 2,3-Dimetilbutadien və stirol əsasında sintez edilən birgəpolimerin xarakterik özlülüyü 1,05 dl/q-a bərabər olmuşdur. Adgeziya göstəricisinin qiyməti 7-15 MPa arasında dəyişir. Göstərilmişdir ki, sintez edilmiş birgəpolimer həll olur və UB şüalarının təsiri altında strukturlaşmağa qadirdir. Strukturlaşma müəyyən vaxt intervalından sonra (10-12 dəqiqə ərzində) müşahidə olunur. Şüalanma zamanı strukturlaşma prosesi ilə yanaşı, 5-10 dəqiqədən sonra baş verən az miqdarda oksidləşmə prosesini də müşahidə etmək olur. Birgəpolimerin işığahəssaslığı Ψ=55,2 sm2/C-dir. Birgəpolimerin işığahəssaslığı örtüyün qalınlığından çox asılıdır. Sintez edilən birgəpolimerin tərkibindən asılı olaraq, onlar mikro- və optoelektronikada neqativ rezist kimi istifadə oluna bilər. Eyni zamanda, 2,3-dimetilbutadien və stirol əsasında sintez olunan birgəpolimerinin makromolekulları xətti quruluşa malikdir və yan fraqmentdə daxili ikiqat rabitənin olması onun fiziki və mexaniki xassələrini yaxşılaşdırır, həmçinin UB şüalara həssaslığını artırır. Sintez edilmiş birgəpolimer işığahəssas birləşmə kimi neqativ rezist materialların yaradılması üçün böyük maraq doğurur.
Açar sözlər: işığahəssas polimerlər, 2,3-dimetilbutadien, stirol, birgəpolimerləşmə, mikroelektronika.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0344

STUDY OF THE HYDROCRACKİNG PROCESS OF HEAVY OİL RESİDUE WİTH THE PARTİCİPATİON OF HALLOİSİTE MODİFİED BY VARİOUS METHODS

[1]Aisha Suleymanova, **[2]Gulbeniz Mukhtarova**

[1]Ministry of Science and Education Institute of Bioresources “Oils and ointments” laboratory, Azerbaijan, Ganja, Head of the Laboratory, Associate Professor
[1]e-mail: ayshe_hesenova@rambler.ru
[1]ORCID ID:0000-0002-8734-2921

[2]Y.H.Mammadaliyev Institute of Petrochemical Processes, Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan, Associate Professor
[2]e-mail:gulbenizmuxtarova@yahoo.com
[2]ORCID ID:0000-0002-0669-3974

ABSTRACT

In the modern oil refining industry, there are various technological processes for the reprocessing of heavy oil residues.

Among the existing technological processes, catalytic cracking, hydrocracking, as well as combinations of thermal and catalytic destructive processes, technologies are more widely used and have a number of advantages.

However, although these traditional processes are promising, they are carried out under high pressure. Also, the catalysts used in these processes irreversibly poison the raw material. In this regard, the synthesis of catalytic systems with high activity and a constantly renewing surface is of particular relevance. The development of a new technology that allows for the deep processing of heavy oil residues at low pressure by applying new catalytic systems is very relevant. The main goal of heavy oil residue processing processes is to reduce the density (viscosity) of the processed fractions, which is equivalent to an increase in the H:C ratio in the composition of the raw material subjected to processing. The main processing methods consist of removing excess carbon (coking, thermal and catalytic cracking, viscocracking) or introducing additional hydrogen into hydrocarbon feedstock (hydroprocessing). Despite the fact that the hydroprocessing process requires large amounts of hydrogen and capital investment, recently there has been a significant increase in the volume of hydromelting processes of heavy feedstocks.

Catalytic hydrogenation processes of feedstocks are applied, in which aluminosilicates and transition metals are used as catalysts. During processing, desulfurization, denitrogenation, demetallization processes, as well as processes that convert heavy hydrocarbons into light fuel components, take place. A highly dispersed nanostructured natural halloysite zeolite imported from the Republic of Turkey was modified with various transition metals in a chemical vapor deposition unit. The effect of catalysts on the hydrocracking process carried out directly under low pressure (0.5-4.0MPa) with the participation of synthesized catalysts in order to obtain additional light-colored petroleum products from fuel oil obtained from Baku oils was studied. For enrichment and subsequent deep processing of oil residues, gasoline and diesel fractions were

obtained with high yields from the hydrocracking process with the participation of zeolite-containing catalysts modified by various methods (impregnation and ion exchange methods) using transition metals by chemical vapor deposition method. Various application areas of the obtained gasoline and diesel fractions were investigated.

Keywords: fuel oil, hydrocracking, bentonite, gasoline fraction, diesel fraction

İNTRODUCTİON

In modern times, due to the rapid development of petrochemicals, the requirements for the properties of light-colored petroleum products used in transport and motor fuels are becoming stricter. One of the ways to meet these requirements is to use heavy oil residues (fuel oil, tar) as a source of raw materials in the recycling processes [1, 2]. In the hydrocracking process, where the raw material is converted into low-boiling and high-quality products as a result of high-temperature catalytic processing, the catalyst has a special role. There are more than 200 catalysts recommended for this process, and their large variety can be explained by the variety of their purposes [3, 4]. Catalysts for the hydrocracking process mainly consist of three components: acid, hydrogenating - dehydrogenating and binding components. Various combinations of these groups ensure the selectivity of the hydrocracking process. As a hydrogenating component, transition metals (Ni, Co, Pt, Pd, Fe) and oxides or sulfides of VI group metals (Mo, W) are usually used. Before using the catalysts, in order to increase their activity, hydrogen reduction of VIII group metals and sulfonation of VI group metal oxides can be carried out. In the hydrocracking process, zeolites with higher cracking activity than others are usually used [5-8].

Currently, more than a hundred types of zeolites are known. The first generation zeolites with the structures A, X, Y and mordenite, halloysite are analogues of faujasite - natural zeolite. For zeolites of this generation, the SiO_2/Al_2O_3 molar ratio varies from 2 to 5, and the lower this ratio, the higher the cracking activity of the zeolite. Currently, catalysts with a high content of silica zeolites and a ratio of silica to alumina ranging from 10 to 1000 are actively being developed. A distinctive feature of this type of zeolites is that they contain a low content of aluminum and a high content of silicon, which ensures that such zeolites have high hydrophobic and thermal stability [9]. Various types of catalysts used in oil refining processes accelerate reactions so that they can proceed at lower temperatures and pressures if necessary.

As the requirements for the catalyst (regeneration capacity, first cycle duration, total catalyst life) and operating conditions become more stringent, mechanical properties bring these indicators to the fore: strength; casting density; ability to maintain the integrity of the granules during oxidative regenerations, i.e., in conditions of large temperature gradients. In this case, the carrier of the special catalytic properties of the catalyst - zeolite, becomes one of the components of the complex system "carrier + zeolite + active components = catalyst" and, thus, can affect the mechanical properties of the catalyst [10].

Based on the above, it is of particular importance to study a new technology that can conduct the hydrocracking process of fuel oil at low pressure using new highly dispersed catalysts.

There are various technological processes for the recycling of heavy oil residues. Among the existing technological processes, catalytic cracking, hydrocracking, as well as combinations of thermal and catalytic destructive processes, technologies are more widely used and have a number of advantages. However, although these traditional processes are promising, they are carried out under high pressure. Also, the catalysts used in these processes irreversibly poison the raw

materials. In this regard, the synthesis of catalytic systems with high activity and constantly renewing surface is of particular relevance. Thus, in modern times, the development of a new technology that allows for the deep processing of heavy oil residues at low pressure by applying new catalytic systems is very relevant. The process of preparing highly surface-active catalysts based on the CVD method (850°C for 4 hours in an argon environment) impregnation with transition metals (Mo, Ni) and modification by ion exchange method was carried out (Figure 1).

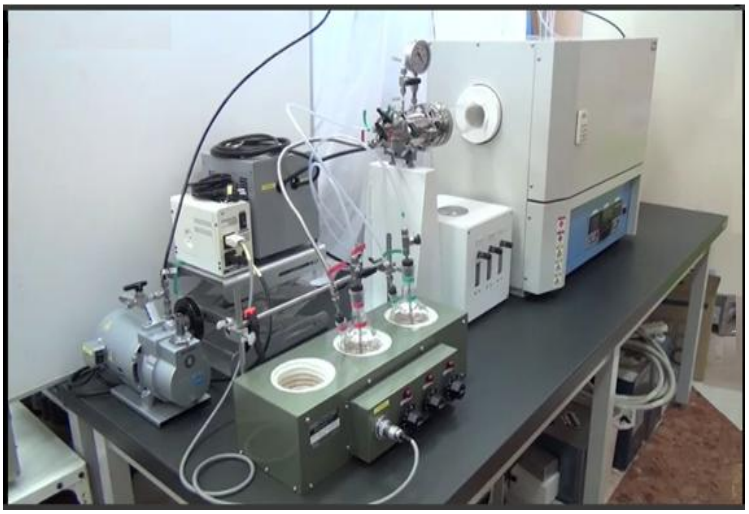


Figure 1: Description of the CVD device

The working principle of the CVD device is as follows: the zeolite-containing mixture prepared by both methods is placed in a special boat and, together with the boat, is placed in the center of a quartz tube with a furnace. After creating a vacuum in the device using a suction-rotary pump, argon gas is released and the temperature of the hot zone is regulated. At this time, the obtained gas mixture is collected in the separator device and enters the heater for sublimation and evaporation. The texture of the catalysts is formed as a result of the phase transition of aluminum hydroxide during the annealing stage in an argon environment in the CVD device. At this time, part of the active metals remains in the narrow pores of the aluminum oxide used for catalysis. Additional complexes obtained from the compounds $AlCl_3$, $AlRCl_2$, AlR_2Cl are subjected to hydrolysis. In the hydrolysis process of the catalyst, aluminum hydroxychloride was obtained and subsequently undergoes to thermal treatment. When zeolites are modified with Mo, Ni, both the activity and selectivity of the catalyst increase.

Hydrocracking of fuel oil with the participation of synthesized catalysts was carried out in a German-made, modern software-supported, fully automated, flow-type, online-controlled "Hydrocracking of Heavy Oil Residues" (SPR-1) unit, at a pressure of 0.5-4.0 MPa, a temperature of 400-450°C, a catalyst content of 1-5% by weight, and a hydrogen to fuel oil ratio of 500-700 1/1 (Figure 2).



Figure 2: Description of the SPR-1 device

The effect of catalysts on the process was studied and the material balance of the process were given in Table 1, and the quality indicators of the products obtained were given in Table 2.

Table 1: Catalyst effect on the fuel oil hydrocracking process and the material balance of the process

Indicators	P_{H_2} = 2.0MPa T=430°C 2.5% Halloysite	P_{H_2} = 2.0MPa T=430°C 2.5% Halloysite /Mo,Ni (impregnation method)	P_{H_2} = 2.0MPa T=430°C 2.5% Halloysite /Mo,Ni (ion exchange method)
Product yield, % mass:			
Gas C_1-C_4	10	10.91	6
Gasoline b.of b.-200 °C	25.74	27.6	33.06
Fraction 200-360°C	27.3	35.4	49.94
Σfraction<360 °C:% mass.	53.04	63.0	83.0
residue >360°C	31.96	21.13	8.72
coke	5.5	5.0	2.1

Results: Hydrocracking of fuel oil with 2.5% halloysite catalyst yields 53.04% by mass of light oil products.When the process is carried out with a halloysite catalyst modified with Mo and Ni by the impregnation method, the yield of light oil products increases by 10% to 63.0% (by mass) compared to halloysite without metal modification, and when halloysite modified with Mo and Ni by the ion exchange method is used, it increases by 30% to 83.0% by mass, while the yields of gas, coke and residue fraction decrease from 0.91% to 4%, from 0.5% to 3.4%, and from 10.83% to 23.24%, respectively, and the yield of gasoline increases from 2% to 7.32%.As can be seen from the results, when halloysite modified with Mo and Ni by ion exchange method is used, the

yield of light colored petroleum products is 20% (mass) higher than that of halloysite modified by impregnation method.The yield of light colored petroleum products obtained from the hydrocracking process of fuel oil with the participation of halloysite modified by ion exchange method is maximally 83.0% (mass).

Table 2: Quality indicators of fractions obtained from the hydrocracking process of fuel oil with the participation of various catalysts

İndicators	P_{H_2} = 2.0MPa T=430°C Halloysite	P_{H_2} = 2.0MPa T=430°C Halloysite /Mo,Ni (impregnation method)	P_{H_2} = 2.0MPa T=430°C Halloysite /Mo,Ni (ion exchange method)
Gasoline fraction			
Density, 20°C, kq/m^3	712.8	708.2	723.5
Hydrocarbon content:			
Paraffin	26.37	25.95	30.3
i-Paraffin	32.76	37.88	45.08
Olefin	10	6.69	4.33
Naphthene	18.92	19.1	12.02
Aromatic	15.72	7.07	6.3
Octane number	65	65.5	75.0
Sulfur, % mass.	0.0797	0.0512	0.0485
Iodine number, gr J_2/100gr	19.3	12.1	8.0
Freezing temperature, °C	-60	-60	-60
Diesel fraction			
Density, 20°C, kg/m^3	0.8380	0.8367	0.8397
Kin.vis., mm^2/s, 40 °C	2.5599	2.6087	2.4390
Fak.resin , mq/100 ml	12	10	8
Sulfur, % mass.	0.25	0.23	0.18
Freezing temperature, °C	-25	-30	-25

When the hydrocracking process is carried out with halloysite modified by impregnation and ion exchange method, the amount of iso-paraffins increases by 7.2%, the amount of olefins decreases by 2.36%, and the octane number is 75p.The sulfur content in the gasoline fraction decreases from 0.0797% to 0.0485%, and in the diesel fraction from 0.25% to 0.18%.The increase in the amount of iso-structured saturated hydrocarbons and the decrease in the amount of unsaturated and aromatic hydrocarbons in the gasoline fraction can be explained by the modification of the halloysite catalyst with transition metals (Ni, Mo).In other words, it is likely that hydrogenation and isomerization reactions occur more intensively under the influence of transition metals.When comparing the sample modified by the ion exchange method with the sample modified by the impregnation method, the increase in the amount of iso-structured saturated hydrocarbons can be explained by the greater distribution of Mo and Ni elements in the surface layers of halloysite.
It was proposed to use the gasoline and diesel fractions obtained from the hydrocracking of fuel oil with the participation of the halloysite catalyst as a component of commodity fuels after hydrotreatment, the gas obtained as fuel in oil recovery plants, and the residual fraction for bitumen production.

REFERENCES
1. V.A. Khavkin, L.A. Gluyaeva, Prospects for the development of the hydrocracking process at Russian oil refineries. *Oil Refining and Petrochemistry*. 2016, 2, pp. 8-15.
2. V.M. Abbasov, H.C. Ibrahimov, E. Abdullayev, Acid treated halloysite clay nanotubes as catalyst support for fuel production by catalytic hydrocracking of heavy crude oil. *Fuel*. 2016, 184 C, pp. 558.
3. V.M. Abbasov, H.C. Ibrahimov, M.I. Rustamov, E. Abdullayev, Adsorptive desulfurizationof the gasoline obtained from low pressure hydrocracking of the vacuum residue using nickel/bentonitecatalyst. *Energy & Fuels*. 2017, 31 (6), pp. 5840–5843.
4. S.F. Anis, G. Singaravel, R. Hashaikeh, NieW/nano zeolite Y catalysts for n-heptane hydrocracking. *Materials Chemistry and Physics*. 2018, 212, pp. 87–94.
5. B. Jiang, C. Zhang, K. Wang, B. Dou, Y. Song, H. Chen, Y. Xu, A highly dispersed ni/montmorillonitecatalyst for glycerol steam reforming: Effect of Ni loading and calcination temperature. *Applied Thermal Engineering*. 2016, 109, pp. 99–108.
6. R. Henry, M. Tayakout-Fayolle, P. Afanasiev et al. Vacuum gas oil hydrocracking performance of bifunctional Mo/Y zeolite catalysts in a semi-batch reactor. *Catalysis Today*. 2014, 220-222, pp. 159–167.
7. M.I. Onishchenko, A.B. Kulikov, A.L. Maksimov, Application of zeolite Y-based Ni–W supported and in situ prepared catalysts in the process of vacuum gas oil hydrocracking. *Petroleum Chemistry*. 2017, 57(14), pp. 1287–1294.
8. M.O. Kazakov, K.A. Nadeina, I.G. Danilova et al. Hydrocracking of vacuum gas oil over NiMo/Y-Al2O3. Effect of mesoporosity introduced by zeolite Y recrystallization. *Catalysis Today*. 2018, 305, pp. 117–125.
9. D. Faraji, S. Sadighi, H. Mazaheri, Modeling and evaluating zeolite and amorphous based catalysts in vacuum gas oil hydrocracking process. *International Journal of Chemical Reactor Engineering*. 2017, 16(1), pp. 1-14.
10. Q. Wei, J. Zhang, X. Liu et al. Citric acid-treated zeolite Y (CY)/Zeolite beta composites as supports for vacuum gas oil hydrocracking catalysts: High yield production of highly-aromatic heavy naphtha and low-BMCI value tail oil. *Frontiers in Chemistry*. 2019, 7, pp.705.

Müxtəlif metodlarla modifikasiya olunmuş halloizitin iştirakı ilə ağır neft qalığının hidrokrekinqi prosesinin tədqiqi

[1]Aişə Süleymanova, [2]Gülbəniz Muxtarova

[1]Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Bioresurslar İnstitutu (Gəncə), "Yağlar və məlhəmlər" laboratoriyasının müdiri, dosent
[1]e-mail: ayshe_hesenova@rambler.ru, [1]ORCID ID:0000-0002-8734-2921
[2]Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu, 21 saylı laboratoriya, baş elmi işçi, dosent
[2]e-mail: gulbenizmuxtarova@yahoo.com, [2]ORCID ID:0000-0002-0669-3974

XÜLASƏ

Müasir neft emalı sənayesində ağır neft qalıqlarının təkrar emalı üçün müxtəlif texnoloji proseslər mövcuddur. Mövcud texnoloji proseslər içərisində katalitik krekinq, hidrokrekinq, həmçinin termiki və katalitik destruktiv proseslərin kombinasiyaları, texnologiyaları daha geniş tətbiq olunur və bir sıra üstünlüklərə malikdirlər. Lakin bu ənənəvi proseslər perspektivli olsalar da, yüksək təzyiq altında aparılır. Həmçinin bu proseslərdə də tətbiq olunan katalizatorlar xammalı dönməz olaraq zəhərləyir. Bu baxımdan yüksək aktivliyə və daim yeniləşən səthə malik katalitik sistemlərin sintezi xüsusi aktuallıq kəsb edir. Yeni katalitik sistemlər tətbiq etməklə, aşağı təzyiqdə ağır neft qalıqlarının dərin emal prosesini aparmağa imkan verən yeni texnologiyanın işlənib hazırlanması olduqca aktualdır. Ağır neft qalığının emalı proseslərinin əsas məqsədi, emal edilən fraksiyaların sıxlığının (özlülüyünün) aşağı salınmasıdır, bu isə emala məruz edilən xammalın tərkibində H:C nisbətinin yüksəlməsinə ekvivalentdir. Əsas emal üsulları karbonun artıq miqdarının xaric edilməsindən (kokslaşdırma, termiki və katalitik krekinq, visbkrekinq) və ya karbohidrogen xammalına əlavə hidrogenin daxil edilməsindən (hidroemal) ibarətdir. Hidroemal prosesinin böyük miqdarlarda hidrogen və kapital qoyuluşunun tələb etməsinə baxmayaraq, son zamanlar ağır xammalların məhz hidroemal proseslərinin həcminin xeyli artması müşahidə olunur. Xammalların katalitik hidrogenləşmə prosesləri tətbiq olunur ki, burada katalizator kimi alümosilikatlar və keçid metallarından istifadə olunur. Emal zamanı kükürdsüzləşdirmə, azotsuzlaşdırma, demetallaşdırma prosesləri, həmçinin ağır karbohidrogenləri yüngül yanacaq komponentlərinə çevirən proseslər baş verir. Türkiyə Respublikasından gətirilmiş yüksəkdispersli nanostrukturlu təbii halloizit seolitinin müxtəlif keçid metallarla CVD (Chemical Vapor Deposition-Qaz fazadan kimyəvi çökdürmə) qurğusunda modifikasiya prosesi aparılmışdır. Bakı neftlərindən alınan mazutdan əlavə açıq rəngli neft məhsulları almaq üçün aşağı təzyiq altında (0.5-4.0MPa), sintez edilən katalizatorların iştirakı ilə birbaşa aparılan hidrokrekinq prosesinə katalizatorların təsiri tədqiq edilmişdir. Neft qalıqlarının zənginləşdirilməsi və sonrakı dərin emalı üçün mazutun keçid metallarla CVD üsulu ilə müxtəlif metodlarla (hopdurma və ion mübadilə metodu) modifikasiya olunmuş seolittərkibli katalizatorların iştirakı ilə hidrokrekinq prosesindən yüksək çıxımla benzin və dizel fraksiyası əldə edilmişdir. Alınan benzin və dizel fraksiyasının müxtəlif tətbiq sahələri araşdırılmışdır.

Açar sözlər: mazut, hidrokrekinq, bentonit, benzin fraksiyası, dizel fraksiyası

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0351

МОДИФИКАЦИЯ РЕЗОРЦИНО-ФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ ОЛИГОМЕРОВ МОЧЕВИНОЙ

Наибова Тамилла Мухтар[1], Маммедова Айтан Али[2], Ширалиева Улькяр Ильхам[3]

[1]Доцент, к.х.н. - Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Баку Азербайджан, email tamilla.naibova@asoiu.edu.az , ORCHID [0000-0001-5543-1033]
[2]Преподаватель - Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Баку Азербайджан, email aytan.mammadova.a@asoiu.edu.az , ORCHID [000-0002-6828-2628]
[3]Докторант - Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Баку Азербайджан, email ushiraliyeva@gmail.com ORCHID [0009-0005-1314-2774]
Электронная почта ответственного автора: aytan.mammadova.a@asoiu.edu.az

АННОТАЦИЯ

Целью данного исследования является синтез модифицированных резорцино-формальдегидных олигомеров, для повышения их физико-химических и физико-механических свойств и долговечности в условиях агрессивных сред. Методология работы включала синтез резорцино-формальдегидных олигомеров с последующим введением амидного модификатора, такого как мочевина, что позволило получить материалы с улучшенной адгезией к металлическим поверхностям и повышенной устойчивостью к коррозии. Данное исследование состоит из двух частей синтез и приготовление антикоррозионных покрытий на основе соолигомеров. Для установления реакции сополиконденсации резорцина, формальдегида и мочевины были проведены аналитические анализы, а также ИК-спектроскопия, позволяющая исследовать химический состав и структурные особенности покрытий, а также выявить наличие функциональных групп и возможных изменений в материале под воздействием внешних факторов. Основные результаты показали, что модификация амидными соединениями значительно повышает основные свойства соолигомеров в том числе молекулярную массу, плотность, адгезионные свойства, теплостойкость, а также их устойчивость к коррозии в широком диапазоне условий эксплуатации. Было доказано, что модификация является химической за счет образования функциональных групп исходных реагентов. Дополнительные исследования подтвердили, что покрытия обладают низкой газопроницаемостью и высокой стойкостью к механическим повреждениям, что расширяет их применение в нефтегазовой, химической и судостроительной отраслях. Основные выводы исследования подтверждают, что разработанные антикоррозионные покрытия на основе модифицированных резорцино-формальдегидных соолигомеров обладают перспективными характеристиками для защиты металлоконструкций от коррозии, включая трубопроводы, резервуары и морские платформы. Таким образом, результаты работы открывают новые возможности для создания высокоэффективных защитных материалов с улучшенными эксплуатационными свойствами, что может способствовать снижению затрат на обслуживание и увеличение срока службы металлических конструкций в промышленности.

Ключевые слова: резорцино-формальдегидные соолигомеры, мочевина, модификация, антикоррозионные покрытия, защита металлов, адгезия

ВВЕДЕНИЕ

Коррозия металлов остается одной из наиболее актуальных проблем в различных отраслях промышленности, включая нефтегазовую, химическую, судостроительную и энергетическую. Ежегодно коррозия наносит значительный экономический ущерб, приводя к разрушению металлических конструкций, увеличению затрат на ремонт и замену оборудования, а также к экологическим рискам [1]. По оценкам экспертов, ежегодные потери от коррозии составляют около 3-4% мирового валового внутреннего продукта (ВВП), что делает разработку эффективных методов защиты металлов критически важной задачей. В связи с этим создание новых антикоррозионных покрытий, способных обеспечить долговременную защиту металлов в агрессивных средах, является важным направлением научных исследований [2].

Традиционные антикоррозионные покрытия, такие как эпоксидные, полиуретановые и акриловые, широко используются в промышленности благодаря их доступности и относительно хорошим защитным свойствам. Однако эти материалы имеют ряд ограничений, включая недостаточную устойчивость к высоким температурам, ультрафиолетовому излучению и химическим реагентам [3]. Например, эпоксидные покрытия склонны к растрескиванию при длительном воздействии высоких температур, а полиуретановые материалы могут терять свои свойства под воздействием УФ-излучения [4]. В последние годы внимание исследователей привлекают материалы на основе резорцино-формальдегидных соолигомеров (РФСО), которые демонстрируют высокую адгезию к металлам, термостойкость и химическую устойчивость [5]. Эти свойства делают РФСО перспективной основой для создания новых поколений антикоррозионных покрытий.

Однако для расширения применения РФСО и улучшения их эксплуатационных характеристик требуется модификация этих материалов. Одним из перспективных направлений является введение амидных соединений, которые способны повысить эластичность, прочность и устойчивость покрытий к механическим и химическим воздействиям [6]. Амидные группы, введенные в структуру соолигомеров, способствуют образованию дополнительных химических связей, что улучшает адгезию покрытий к металлическим поверхностям и повышает их устойчивость к агрессивным средам [7]. Кроме того, модификация амидами позволяет улучшить механические свойства покрытий, такие как твердость и устойчивость к истиранию, что особенно важно для их использования в условиях повышенных нагрузок [8].

Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью создания новых высокоэффективных антикоррозионных покрытий, способных работать в экстремальных условиях, таких как высокие температуры, повышенная влажность, воздействие кислот, щелочей и солевых растворов. В последние два года появился ряд работ, посвященных модификации соолигомерных покрытий для улучшения их защитных свойств. Например, исследования показали, что введение амидных групп в структуру соолигомеров значительно повышает их адгезию и устойчивость к коррозии. Модифицированные амидами покрытия обладают повышенной стойкостью к ультрафиолетовому излучению и перепадам температур. Однако вопросы, связанные с оптимизацией состава и свойств антикоррозионных покрытий на основе РФСО, модифицированных амидными

соединениями, остаются недостаточно изученными [9,10].

Целью данной работы является синтез олигомера, анализирование его основных показателей, а также исследование антикоррозионных покрытий на основе резорцино-формальдегидных соолигомеров, для повышения их защитных свойств и долговечности. Научная новизна работы заключается в разработке нового класса антикоррозионных покрытий на основе модифицированных РФСО, сочетающих высокую адгезию, термостойкость и устойчивость к химическим воздействиям. Практическая значимость исследования связана с возможностью использования разработанных материалов для защиты металлических конструкций в нефтегазовой, химической и судостроительной отраслях, что позволит снизить затраты на обслуживание и увеличить срок службы оборудования.

Таким образом, данное исследование направлено на решение актуальной проблемы повышения эффективности антикоррозионных покрытий за счет модификации резорцино-формальдегидных соолигомеров амидным соединением (мочевина). Результаты работы могут внести значительный вклад в развитие материаловедения и технологий защиты металлов от коррозии.

Методика эксперимента

Процесс сополиконденсации в лабораторных условиях проводился в течение 1,0 часа. Сначала 0,35 моля резорцина и 1,33 моля формальдегида в виде 37%-ного раствора (формалина) загружаются в лабораторный реактор. Смесь перемешивается в течение 30 минут, затем добавляется 0,05 моля мочевины постепенно, и при 70 °C непрерывно перемешивается до получения однородной массы. Молекулы мочевины постепенно добавляются, и при 70 °C непрерывно перемешивается до получения однородной массы. После завершения процесса перемешивания в реакционную массу снова постепенно добавляются 0,35 моля резорцина и 1,33 моля формалина и продолжается перемешивание еще в течение 5 минут. Затем смесь помещается в фарфоровую чашу, промывается до нейтральной реакции и высушивается в вакуумном сушильном шкафу до достижения постоянного веса. Полученный новый соолиогомер не растворяется в воде, толуоле и бензоле, но растворяется в ацетоне и диметилформамиде.

Для сравнения РФО и РФСО получены и исследованы основные показатели (Таблица 1).

Таблица 1 Основные физико-химические характеристики РФО и РФСО

№	Показатели	РФО	РФСО
1	Цвет	светло-коричневый	темно-коричневый
2	Плотность кг/м^3	1200	1240
3	Количество свободного формальдегида %	8,97	5,7 - 6,8
4	Количество гидроксильных групп %	18,8	15,86
5	Время гелеобразования, сек.	55 - 60	70 - 80
6	Вязкость 50% раствора в вискозиметре ВЗ-4, сек.	58	68
7	Температура размягчения	80	100
8	Молекулярная масса	850 - 920	1000 - 1030

ИК-спектроскопия позволяет определить функциональные группы в составе

соолигомеров, анализируя их колебания в определённых диапазонах волновых чисел ($см^{-1}$). Сравнивая спектры немодифицированного и модифицированного РФ-олигомера, можно увидеть изменения в интенсивности и положении полос, что указывает на структурные изменения в молекуле после модификации. На спектре немоди-фицированного РФ-олигомера присутствуют характерные полосы поглощения. В диапазоне 3300-3400 $см^{-1}$ наблюдаются валентные колебания O-H, которые соответствуют наличию фенольных групп в составе структуры. В области 2850-2950 $см^{-1}$ фиксируются валентные колебания C-H, характерные для алкильных групп. В области 2100 $см^{-1}$ имеется слабая полоса, которая может быть связана с наличием кратных связей C≡C или C≡N. Важное значение имеют полосы в диапазоне 1650–1750 $см^{-1}$, которые указывают на присутствие карбонильных групп C=O, вероятно, вследствие окисления. В интервале 1540–1600 $см^{-1}$ наблюдаются колебания C=C в ароматическом кольце, подтверждающие присутствие бензольных фрагментов. В области 1230–1250 $см^{-1}$ зафиксированы колебания C–O, указывающие на наличие фенольных групп, а в диапазоне 700–1100 $см^{-1}$ определяются деформационные колебания C–H и колебания C–C в ароматическом кольце.

При анализе спектра модифицированного РФ-олигомера наблюдаются заметные изменения. Полоса O–H в области около 3320 $см^{-1}$ стала шире, что свидетельствует об усилении водородных связей. Исчезновение или ослабление полос в районе 2100 $см^{-1}$ может указывать на разрушение кратных связей C≡C или C≡N. Смещение полосы C=O в районе 1650 $см^{-1}$ свидетельствует об изменении структуры карбонильных соединений. В диапазоне 1350–1450 $см^{-1}$ появились новые полосы, что может быть связано с образованием новых C–O–C или C–N связей (рисунок 1 и 2).

Причины этих различий могут быть связаны с увеличением количества и силы водородных связей, что делает олигомерную сеть более плотной. Ослабление полос C≡C/C≡N свидетельствует о возможных реакциях разрыва тройных связей, происходящих в процессе модификации.

Появление новых полос в области 1350–1450 $см^{-1}$ свидетельствует о включении новых функциональных групп, таких как аминогруппы. Все эти изменения могут быть следствием химической обработки материала, направленной на улучшение его свойств, таких как термостойкость, механическая прочность или реакционная способность.

Функционализированный мочевиной резорцино-формальдегидный соолиогомер увеличивает адгезионные свойства и устойчивость к коррозии антикоррозийного покрытия, так как в составе соолиогомера, используемого в качестве связующего, содержатся амидные и гидроксильные группы, которые оказывают влияние на процесс отверждения.

На основе РФСО приготовлено антикоррозионное покрытие и исследованы основные характеристики (Таблица 2).

В таблице 3 показаны эксплуатационные характеристики покрытия на основе функционализированного резорцино-формальдегидного соолигомера.

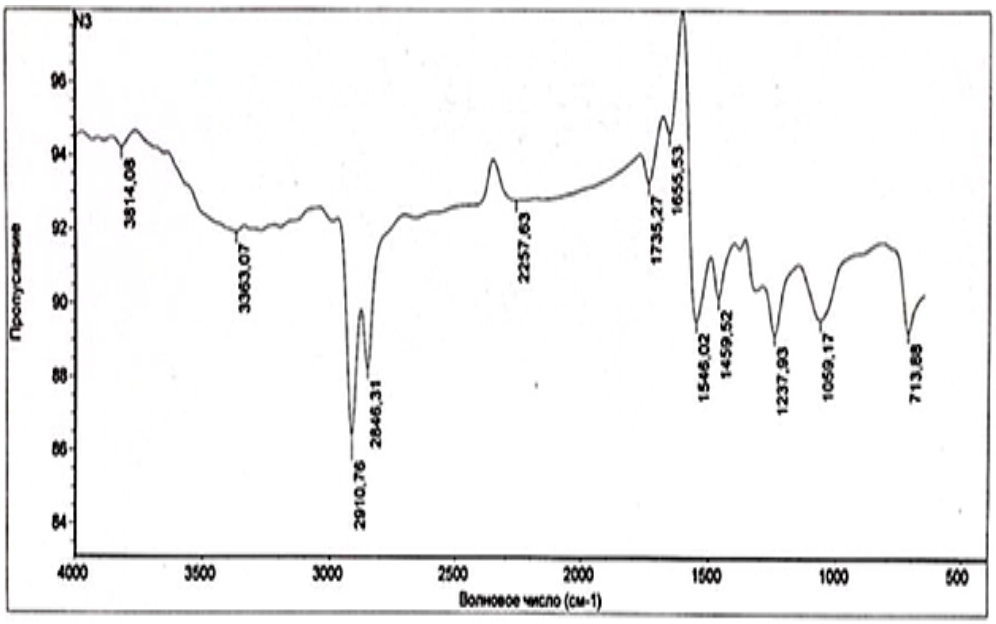


Рисунок 1 ИК-спектр РФО

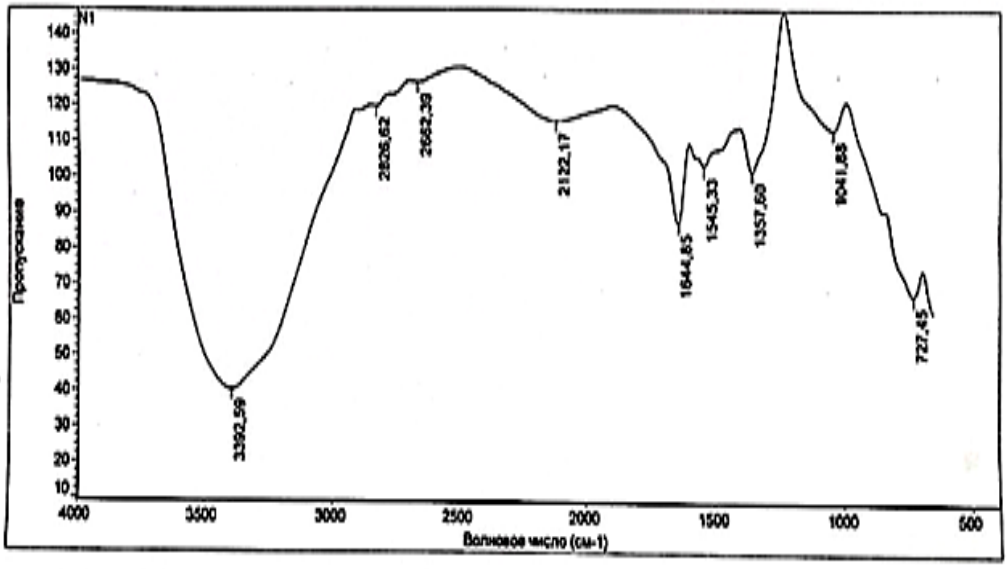


Рисунок 2 ИК-спектр РФСО

Таблица 2 Основные физико-механические показатели антикоррозийного покрытия

Образцы	Адгезионная прочность, МПа	Ударная прочность (по прибору У-1), кг·С/см	Прочность на изгиб (по прибору SQ-1), мм	Твердость, усл. ед.
РФСО	56,0	57,8	5	0,95
РФО	52,0	55,0	5	0,90

Таблица 3 Эксплуатационные характеристики покрытия на основе функционализированного резорцино-формальдегидного соолигомера (*Испытания проводились в течение 3 месяцев при комнатной температуре*)

Образцы	Стойкость в дистиллированной воде, %	Стойкость в пластовой воде (из «Shirvan Oil Operating Company»), %	Стойкость в 10% растворе NaOH, %	Стойкость в бензине, %
РФСО	Без изменений	0,46	0,099	0,25
РФО	Без изменений	0,32	0,089	0,16

Выводы

Проведенное исследование было направлено на разработку и изучение антикоррозионных покрытий на основе резорцино-формальдегидных соолигомеров (РФСО), модифицированных мочевиной, с целью повышения их защитных свойств и долговечности в условиях агрессивных сред.

Модификация резорцино-формальдегидных олигомеров мочевиной позволила значительно улучшить физико-химические свойства покрытий. В частности, было отмечено существенное повышение адгезии покрытий к металлическим поверхностям,

Таким образом, модификация мочевиной не только усилила адгезию покрытий, но и способствовала созданию более плотной и устойчивой олигомерной сети, что положительно сказалось на их защитных свойствах. Полученные результаты открывают новые перспективы для применения таких покрытий в условиях агрессивных сред, где требуется высокая устойчивость к коррозии и механическим воздействиям.

Список литературы

1. Vagif Abbasov Məhərrəm “Korroziya”// *Dərslik* - Bakı - 2023, 360 səh.
2. Cheng M. et al. “Developing single-atom catalyst-based epoxy coating with active nanocatalytic anticorrosion performance in oxygen environment” //*Petroleum Science*. – 2023. – Т. 20. – №. 5. – с. 3251-3263 https://doi.org/10.1016/j.petsci.2023.05.019
3. Cheng M. et al. “Nanocatalyst-mediated oxygen depletion in epoxy coating for active corrosion protection” //*Chemical Engineering Journal*. – 2021. – Т. 425. – с. 131649 https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.131649
4. Wang L. et al. “Multifunctional polymer composite coatings and adhesives by incorporating cellulose nanomaterials” //*Matter*. – 2023. – Т. 6. – №. 2. – с. 344-372 doi: 10.1016/j.matt.2022.11.024
5. Tambawala H. S. et al. “Oil-based efficient poly (esteramide) coatings-a review” //*Polymer Bulletin*. – 2024. – с. 1-26. https://doi.org/10.1007/s00289-024-05571-9
6. Rahmanzadeh A. et al. “Insights into Cis-Amide-Modified Carbon Nanotubes for Selective Purification of CH_4 and H_2 from Gas Mixtures: A Comparative DFT Study” //*Materials*. – 2024. – Т. 17. – №. 14. – с. 3588. https://doi.org/10.3390/ma17143588
7. Hao Y. et al. “Anticorrosion mechanism of epoxy coating containing mesoporous resorcinol-formaldehyde hollow nanosphere loaded with 8-Hydroxyquinolin” //*Applied Surface Science*. – 2024. – Т. 677. – с. 161014 https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2024.161014
8. Tamilla Naibova Muxtar “A new composition based on oligomers used in the preparation

of composites for various purposes" //*Proceedings of Azerbaijan High technical educational institutions*. – 2024. – T. 2. – №. 148. – c. 329-335 http://dspace.azjhpc.org/xmlui/handle/123456789/369
9. AlSalem H. S. et al. "Enantio-selective molecularly imprinted β-resorcylic acid-modified resin for chiral separation of cathinone" //*Materials Chemistry and Physics.* – 2023. – T. 305. – c. 127932 https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2023.127932
10. Abid T. S., Aowda S., Drea A. A. "New Resorcinol Derivatives: Preparation, Characterization and Theoretical Investigation" //*J Med Chem Sci.* – 2023. – T. 6. – №. 5, c. 962-967 https://www.researchgate.net

MODİFİCATİON OF RESORCİNOL-FORMALDEHYDE OLİGOMERS WİTH UREA

Naibova Tamilla Muxtar[1], Mammadova Aytan Ali[2], Shiraliyeva Ulkar Ilham[3]

[1] Associate Professor, PhD in Chemistry - Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan, email: tamilla.naibova@asoiu.edu.az , ORCHID [0000-0001-5543-1033]
[2] Teacher, PhD in Chemistry - Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan, email: aytan.mammadova.a@asoiu.edu.az , ORCHID[000-0002-6828-2628]
[3] PhD Student - Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan, email: ushiraliyeva@gmail.com, ORCID [0009-0005-1314-2774]
Corresponding author email: aytan.mammadova.a@asoiu.edu.az

ABSTRACT

The aim of this study is the synthesis of modified resorcinol-formaldehyde cooligomers to enhance their physico-chemical and physico-mechanical properties and durability in aggressive environments. The methodology of the work included the synthesis of resorcinol-formaldehyde oligomers followed by the introduction of an amide modifier, such as urea, which allowed for the development of materials with improved adhesion to metal surfaces and increased corrosion resistance. This study consists of two parts: the synthesis and preparation of anticorrosion coatings based on cooligomers. To establish the copolycondensation reaction of resorcinol, formaldehyde, and urea, analytical analyses were conducted, as well as infrared (IR) spectroscopy, which enabled the investigation of the chemical composition and structural features of the coatings, as well as the identification of functional groups and possible changes in the material under external influences.

The main results showed that amide modification significantly enhances the key properties of cooligomers, including molecular weight, density, adhesion properties, heat resistance, and corrosion resistance across a wide range of operating conditions. It was proven that the modification is chemical in nature due to the formation of functional groups from the initial reactants. Additional studies confirmed that the coatings exhibit low gas permeability and high resistance to mechanical damage, which expands their application in the oil and gas, chemical, and shipbuilding industries. The main conclusions of the study confirm that the developed anticorrosion coatings based on modified resorcinol-formaldehyde cooligomers possess promising characteristics for protecting metal structures from corrosion, including pipelines, storage tanks, and offshore platforms. Thus, the study results open up new possibilities for creating highly effective protective materials with improved performance properties, which can contribute to reducing maintenance costs and extending the service life of metal structures in industry.

Keywords: resorcinol-formaldehyde cooligomers, urea, modification, anticorrosion coatings, metal protection, adhesion

Rezorsin-formaldehid oliqomerinin karbamidlə modifikasiyası

Naibova Tamilla Muxtar[1], Məmmədova Aytən Əli[2], Şirəliyeva Ülkər İlham[3],
[1]Dosent, k.ü.f.d. - Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan, email: tamilla.naibova@asoiu.edu.az , ORCHID [0000-0001-5543-1033]
[2]Müəllim - Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan, email: aytan.mammadova.a@asoiu.edu.az , ORCHID [000-0002-6828-2628]
[3]Doktorant - Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan, email: ushiraliyeva@gmail.com, ORCID: [0009-0005-1314-2774]
Cavabdeh müəllifin e-poçtu: aytan.mammadova.a@asoiu.edu.az

XÜLASƏ

Bu tədqiqatın məqsədi aqressiv mühitlərdə fiziki-kimyəvi və fiziki-mexaniki xüsusiyyətlərini və davamlılığını artırmaq üçün modifikasiya olunmuş rezorsin-formaldehid oliqomerinin sintezidir. İşin metodologiyası rezorsin-formaldehid oliqomerlərinin sintezini, sonra amid modifikatorunun tətbiqini əhatə edirdi ki, bu da metal səthlərə daha yaxşı yapışma və korroziyaya qarşı müqavimət göstərən materiallar əldə etməyə imkan verir. Bu tədqiqat iki hissədən ibarətdir sooliqomer əsasında korroziyaya qarşı örtüklərin sintezi və hazırlanması. Rezorsin, formaldehid və karbamidin sopolikondensasiya reaksiyasını təyin etmək üçün analitik analizlər, həmçinin örtüklərin kimyəvi tərkibini və struktur xüsusiyyətlərini öyrənməyə, həmçinin funksional qrupların mövcudluğunu və xarici amillərin təsiri altında materialda mümkün dəyişiklikləri aşkar etməyə imkan verən IR spektroskopiyası aparılmışdır. Əsas nəticələr göstərdi ki, amid birləşmələri ilə modifikasiya sooligomerlərin əsas xüsusiyyətlərini, o cümlədən molekul kütləsini, sıxlıq, yapışma xüsusiyyətləri, istilik müqaviməti və aqressiv iş şəraitində korroziyaya qarşı müqavimətini əhəmiyyətli dərəcədə artırır. Modifikasiyanın ilkin reaktivlərin funksional qruplarının hesabına əmələ gəlməsi səbəbindən kimyəvi olduğu sübut edilmişdir. Modifikasiya olunmuş rezorsin-formaldehid sooligomeri əsasında hazırlanmış korroziyaya qarşı örtüklərin boru kəmərləri, çənlər və dəniz platformaları da daxil olmaqla metal konstruksiyalarını korroziyadan qorumaq üçün perspektivli xüsusiyyətlərə malik olduğunu təsdiqləyir. Beləliklə, yüksək effektli qoruyucu materialların yaradılması üçün yeni imkanlar açılır ki, bu da xərclərin azaldılmasına və sənayedə metal konstruksiyaların xidmət müddətinin artırılmasına kömək edə bilər.

Açar sözlər: rezorsin-formaldehid sooligomeri, karbamid, modifikasiya, korroziyaya qarşı örtüklər, metalların qorunması, yapışma

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0359

YENİ XLOR(ALKİL)FENİL DİTİOFOSFAT KOBALT VƏ NİKEL TƏRKİBLİ KATALİZATORLARDAN İSTİFADƏ ETMƏKLƏ YÜKSƏK VƏ AŞAĞI MOLEKUL KÜTLƏLİ ŞƏFFAF POLİBUTADİENLƏRİN SİNTEZİ

F.Ə.Nəsirov[1], M.B.Cahangirov[2], Ü.M.Ağazadə[3], G.N.Həsənova[4], S.R.Rəfiyeva[5]

[1,4,5]ARETN akad.Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu, "Polifunksional kompleksonlar və metal kompleks birləşmələr" laboratoriyası, Xocalı pr., 30, AZ1025, Bakı, Azərbaycan;
[2,3]Bakı Dövlət Universiteti, AZ 1148, akad. Z.Xəlilov küçəsi, 33, Bakı, Azərbaycan;
[1]Laboratoriya müdiri, kimya elmləri doktoru, dosent, fizuli_nasirov@yahoo.com
[2]Magistr, cahangirovmrdan@gmail.com
[3] Magistr, ulviyyeagazade14@gmail.com
[4]Böyük elmi işçi, cavahir10@yahoo.com
[5]Böyük elmi işçi, sevda_rafiyeva@mail.ru

XÜLASƏ

Yüksək və aşağı molekul kütləli polibutadienlər (PBD) şin, rezin-texniki məmulatlar, adgezivlər, zərbəyə davamlı polistirollar, örtük əmələgətiricilər, adgezivlər, yapışdırıcılar və s. istehsalında geniş istifadə olunurlar. Mövcud Ti-, Co-, Ni-, Nd-tərkibli rəngli metalkompleks katalizatorların aşağı aktivlikləri katalizator komponentlərinin yüksək qatılıqlarından istifadəni tələb edir. Bu isə polimerin rəngli olması ilə yanaşı katalizator qalıqlarının saxlanma və istismar zamanı işıq və istilik təsirindən polimerin keyfiyyətinin əhəmiyyətli dərəcədə pisləşməsinə səbəb olur. Polibutadienlərin rəngli olması onların zərbəyə davamlı polistirollar və kataforez tipli antikorroziya örtüklərinin istehsalında istifadəsini məhdudlaşdırır.

Prosesdən sonra polimerizatın su ilə yuyulması, sonra isə deqazasiya və qurutma proseslərinə ehtiyacın olması səbəbindən məhsulun maya dəyərinin yüksəlməsi ilə yanaşı əhəmiyyətli miqdarda tullantı sularının əmələ gəlməsi kimi ciddi ekoloji problem ortaya çıxır.

ARETN NKPİ-də yaradılmış kobaltın və nikelin üzvi ditiobirləşmələri (O,O-ditiofosfatlar, N,N-ditiokarbamatlar və ksantogenatlar) əsaslı katalitik ditiosistemlər yüksək katalitik aktivliklə yanaşı (mövcud katalizatorlardakı 0.5-3 kq PBD/q Me•saat əvəzinə 5-20 kq PBD/q Me•saat məhsuldarlıq) polimerləşmədən sonra polimerizatda qalan katalizator qalıqları polimeri rəngləndirsə də, onun keyfiyyətini pisləşdirmir və antioksidant rolu oynayaraq onu istilik və işıq təsirindən "qocalma"dan qoruyur.

Ona görə də alüminium üzvi birləşmələrlə rəng verməyən, şəffaf komplekslər alınmasına imkan verən yeni yüksək aktivliyə və seçiciliyə malik katalizatorların sintezi və butadienin polimerləşməsi prosesində sınaqdan çıxarılması aktual olmaqla yanaşı mühüm elmi-praktiki əhəmiyyətə malikdir.

Bu məqsədlə tərkibində xlor (Cl) atomları saxlayan alkilfenollar əsasında müvafiq kobalt və nikel ditiofosfatlar sintez edilmiş və alüminium üzvi birləşmələrlə (dietlalüminium xlorid – DEAX və ya etilalüminium seskvixlorid – EASX) əmələ gətirdikləri şəffaf katalitik kompleks iştirakında butadienin 20-50 kq PBD/q Me•saat məhsuldarlıqla şəffaf olan yüksək və aşağı molekul kütləli polibutadienlərə polimerləşməsi prosesi tədqiq edilmişdir.

Açar sözlər: xlor(alkil)fenollar, dithiofosfatlar, kobalt, nikel, katalizatorlar, yüksək və aşağı

molekul kütləli polibutadienlər.

Giriş

Sintetik kauçuklar, xüsusilə yüksək və aşağı molekulyar çəkili stereoregular polibutadienlər şin və boya sənayesində, həmçinin rezin-texniki və digər istehlak mallarının istehsalında geniş istifadə olunur. Kauçukların çeşidlərinin genişləndirilməsi ilə yanaşı, onların keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasının da vacibliyi səbəbindən istehsal proseslərinin optimallaşdırılmasına və yüksək aktivliyə və seçiciliyə malik yeni katalitik sistemlərin yaradılmasına böyük diqqət yetirilir [1,2].

Stereoregular 1,4-sis-polibutadienlərin mövcud sənaye istehsalı Ti-, Nd-, Co- və Ni tərkibli katalitik sistemlərə əsaslanır ki, bunların da müəyyən çatışmazlıqları vardır. Belə ki, aşağı aktivlik və selektivlik səbəbindən katalizatorun yüksək dozalarından istifadə etmək lazım gəlir ki, bu da məqsədli məhsulun rəngli olmasına və katalizator qalıqlarının iştirakı ilə istilik və işığın təsiri altında onun keyfiyyətinin pisləşməsinə səbəb olur. Bunu aradan qaldırmaq üçün polimerin yuyularaq katalizator qalıqlarından təmizlənməsi mərhələsinə ehtiyac yaranır ki, bu da istehsal prosesini çətinləşdirərək enerji və əmək xərclərini artıraraq son məhsulun bahalanması ilə yanaşı çoxlu miqdarda tullantl sularının əmələ gəlməsi ilə ekoloji problemlərin meydana çıxmasına səbəb olur [1-3].

Yuxarıda deyilənlər diqqətə alındıqda, polimerin keyfiyyət göstəricilərini pisləşdirməyən və ekoloji cəhətdən daha təmiz və enerjiyə qənaət edən polibutadien istehsalının yaranmasına imkan verən prinsipcə yeni, yüksək aktivlikli katalitik sistemlərin işlənib hazırlanmasının yüksək elmi və praktiki əhəmiyyəti vardır.

Bu mülahizələrə əsaslanaraq keçən əsrin 70-80-ci illərində Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun (İPKP) bir qrup alimi kobalt və nikel ditiofosfatlar və alüminium üzvi birləşmələr əsasında bifunksiyalı katalitik ditiosistemlər işləyib hazırladılar []. Bu katalitik ditiosistemlərin aktivlikləri mövcud sənaye katalizatorlarının aktivliklərindən əhəmiyyətli dərəcədə yüksək (mövcud katalizatorlardakı 1,0-3,0 kq PBD/q Me•saat katalizator məhsuldarlığına qarşı 5,0-20,0 kq PBD/q Me•saat) olmaqla yanaşı eyni zamanda katalizator qalıqları polimerdə qaldıqda onu istilik və işıq təsirindən "qocalma"dan qoruyan oksidləşmə inhibitorları kimi çıxış etdi. Bununla belə, bu sistemlər də polimerlərin rənginin dəyişməsinə gətirib çıxararaq, onların tətbiqini məhdudlaşdırırdı [3-6].

Bu məsələnin həlli üçün butadienin polimerləşməsində alüminium üzvi birləşmələrlə rəngsiz komplekslər əmələ gətirə bilən yeni kobalt və ya nikel katalizatorlarının sintezi və butadienin polimerləşməsi prosesində sınaqdan keçirilməsi mühüm tədqiqat istiqamətinə çevrildi.

Bu məqsədlə tərkibində xlor (Cl) atomları olan alkilfenollar onların müvafiq ditiofosfor turşuları və kobalt və ya nikel duzları sintez edilmişdir. Xloro(alkil)fenollar əsasında sintez edilmiş kobalt və nikel ditiofosfatlar alüminium üzvi birləşmələrlə (dietil alüminium xlorid – DEAX) tamamilə rəngsiz və şəffaf komplekslər əmələ gətirirlər. Polimerləşmə reaksiyasından sonra bu komplekslər məqsədli məhsulun rəngini dəyişdirmədən, onun tərkibində qalaraq, yüksək keyfiyyətli şəffaf polimerlərin istehsalına imkan verir. Belə yüksək və aşağı molekul kütləli şəffaf polibutadienlər, müvafiq olaraq, zərbəyə davamlı polistirol və lak-boya sənayesində tətbiqlər üçün xüsusilə vacibdir.

Təcrübi hissə

Təcrübələrdə əsas monomer kimi butadien (99,5% təmizlikdə), so-katalizator kimi

dietilaluminium xlorid (85,5% heksan məhlulu), həlledici kimi toluoldan istifadə edilmişdir. Xlorofenollar, onlara uyğun ditiofosfor turşuları, onların kobalt və nikel ditiofosfatları ədəbiyyat mənbələrində [7,8] təsvir edilən üsullarla sintez edilmişdir.

Polimerləşmə prosesi vakuum şəraitində, ağzı bağlanmış, şüşə ampulalarda aparılmışdır. Alınan polibutadienlərin mikroquruluşu 400-4000 sm^{-1} diapazonunda ALPHA Fourier-transformasiyalı İQ- spektrofotometrdən (BRUKER, Almaniya) istifadə edilməklə qeydə alınıbdır. Xarakterik udma zolaqları müəyyən edilmişdir: 740 sm^{-1} (1,4-sis manqası), 910-915 sm^{-1} (1,2- manqası) və 967 sm^{-1} (1,4-trans manqası) [9].

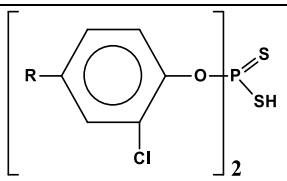
Polibutadienlərin molekul kütlələri metanolda dəfələrlə çökdürüldükdən və 40°C temperaturda vakuum altında sabit çəkiyə qədər qurudulduqdan sonra müəyyən edilmişdir. Məlum qatılıqlı məhlullar hazırlanmış və onların xarakteristik özlülüyü [η] daxili diametri 0.4-0.8 mm olan Ubbelohde tipli kapilyar viskozimetrlərdə 25°C və ya 30°C-də ölçülmüşdür.

Yüksək molekul kütləli polibutadien üçün: $[\eta]^{30} = 3{,}05 \times 10^{-4} \times M^{0{\bullet}725}$ [10] və aşağı molekul kütləli polibutadien üçün isə: $[\eta]^{25} = 3{,}39 \times 10^{-5} \times M^{0{\bullet}99}$ [11] formulları ilə molekul kütlələri hesablanmışdır.

Nəticələr və onların müzakirəsi

Sintez edilmiş xlorofenollardan alınan ditiofosfor turşularının (I, II, III), onların nikel (Ni-I, Ni-II, Ni-III) və kobalt (Co-I, Co-II, Co-III) duzlarının bəzi fiziki-kimyəvi xassələri cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1.

	Polymer yield, %	T_m, °C	Molec. weight	Content of P, %		Content of S, %	
				Calc.	Found	Calc.	Found
R = –H . [I]	80	42	327	9.5	8.4	19.6	18.2
R = $-C_4H_9$ [II]	88	47	383	8.1	7.7	16.7	15.6
R = $-C_8H_{17}$ [III]	90	56	439	7.1	6.5	14.6	13.5
Ni-I	83	127	876	3.5	3.1	7.3	6.5
Ni-II	85	143	903	3.4	2.8	7.1	6.0
Ni-III	92	157	1100	2.8	2.3	5.8	4.9
Co-I	85	123	876	3.5	2.8	7.3	6.1
Co-II	88	138	903	3.4	2.6	7.1	5.8
Co-III	90	151	1100	2.8	2.2	5.8	4.7

Sintez edilmiş nikel (Ni-I, Ni-II, Ni-III) və kobalt (Co-I, Co-II, Co-III) ditiofosfatların alüminium üzvi birləşmə so-katalizatoru (dietil alüminium xlorid – DEZX) ilə birləşməsindən alınan katalitik ditiosistemlərin aktivlikləri butadienin polimerləşmə prosesində öyrənilmiş və tədqiqatın nəticələri Cədvəl 2-də verilmişdir.

Cədvəl 2.

№	Ni or Co compaunds (MeX_2)	[Me].10^4, mol/l	Reaction time, τ, min	Polymer yield, %	Characteristic viscosity, $[\eta]_{25}$, dl/g	Molecularmass, M•10^{-3}		Microstructure, %			Catalyst productivity, kg PBD/g Me•hour
						Mv	Mn	1,4-cis	1,4-trans	1,2-	
1.	Ni-I	10	10	85	0.13	4.1	2.5	83	15	2	10
2.	Ni-II	10	10	90	0.10	3.1	2.0	85	14	1	15
3.	Ni-III	10	10	95	0.08	2.5	1.6	87	12	1	20
4.	Co-I	1	5	95	2.5	250	100	95	3	2	20
5.	Co-II	1	5	97	2.8	350	160	96	3	1	30
6.	Co-III	1	5	99	3.2	375	185	98	1	1	50
7.	TBDTPh-Ni	10	20	60	0.13	4.1	2.3	84	14	2	5
8.	TBDTPh-Co	10	10	66	1.6	140	109	90	7	3	20
9.	Ni (naph.)$_2$	10	20h	78	0.09	2.8	1.6	72	26	2	1
10.	Co (naph.)$_2$	10	60	65	2.0	600	200	90	6	4	3

Qeyd: Təcrübələr 7 və 8 xlorsuz fenollar əsasında IPCP-də hazırlanmış 4-üçlü-butil ditiofosfat nikel və kobalt katalitik ditiosistemlərin (TBDTPh-NI, TBDTPh-Co) [3, 4], təcrübələr 9 və 10 isə ədəbiyyat mənbələrindən məlum olan nikel və kobalt-naftenat (Ni-naft. və Co-naft.) katalitik sistemlərinin [3] butadienin polimerləşməsi prosesində tədqiqinin nəticələrini təqdim edir.

Cədvəl 2-dən göründüyü kimi, katalitik sistemin həm nikel, həm də kobalt komponentləri halında, fenol molekulunda xlorofenil və üçlü-butil xlorofenildən üçlü-oktil xlorofenilə qədər radikalların uzunluğunun artması ilə katalizatorların məhsuldarlığı, müvafiq olaraq, 10-20 kg PBD/g Ni•saat və 20-50 kg PBD/g Co•saat qədər əhəmiyyətli dərəcədə artır. Bu fakt həm fenol molekulundakı xlor qrupundan, həm də üçlü-oktil kimi uzun karbohidrogen molekulundan asılı olaraq istifadə edilən ditiofosfatların həll olma qabiliyyətinin yaxşılaşması ilə izah edilə bilər.

Cədvəl 2-də müqayisə üçün Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda hazırlanmış müvafiq xlorsuz nikel və kobalt ditiofosfatların (təcrübə 7 və 8), habelə ədəbiyyat mənbələrində rast gəlinən ən yüksək effektivliyə malik nikel və kobalt-naftenat tipli katalitik sistemlərin (təcrübələr 9 və 10) iştirakı ilə butadien polimerləşməsinin nəticələri göstərilmişdir. Göründüyü kimi, xlorofenollar əsasında sintez edilən nikel və kobalt ditiofosfat birləşmələri əsasında hazırlanmış katalizatorların məhsuldarlığı (10-50 kq PBD/q Me•h) xlorsuz alkilfenollar əsasında hazırlanmış katalitik ditiosistemlərin (5-20 kq PBD/q Me·saat) və məlum nmaftenat tərkibli katalizatorların (1-3 kq PBD/g Me•h) məhsuldarlıqlarından xeyli yüksəkdir.

Qeyd etmək lazımdır ki, həm xlorsuz analoqlardan, həm də naftenat tərkibli katalizatorlardan fərqli olaraq, butadienin polimerləşdirilməsində kobalt və nikelin xlorofenil ditiofosfatlarına əsaslanan bifunksional katalitik ditiosistemlərdən istifadə edildikdə əldə olunan

yüksək və aşağı molekul kütləli şəffaf polibutadienlərdən katalizator qalıqlarının yuyulmasına və əlavə antioksidantlardan istifadə edərək polimerin stabilləşdirilməsinə ehtiyac qalmır. Bu, butadienin qaz fazada polimerləşməsi prosesində istifadə üçün tam yararlıdır.

Alınmış yüksək və aşağı molekul kütləli şəffaf polibutadienlərdən şinlərin, rezin texniki məmulatların, yapışdırıcı maddələrin istehsalı ilə yanaşı həm də zərbəyə davamlı polistirol və lak-boya materiallarının istehsalında uğurla istifadə oluna bilər.

ƏDƏBİYYAT

1. Синтетический каучук. Под ред. И.В.Гармонова, Л., Химия, 1976, 752 с.
2. Стереорегулярные каучуки. Под ред. У.Солтмена, М., Мир, 1981, ч.1, 492 с
1. 3. Nasirov F.A. Bifunctional nickel- or cobalt-containing catalyst-stabilizers for polybutadiene production and stabilization. (Part 1) Polymerization of butadiene with nickel- or cobalt- containing catalytic dithiosystems. Kinetic study and molecular mass- stereoregularity correlation. Iranian Polymer Journal, 12 (3), 2003, 217-235. Tehran, I.R.Iran.
2. Насиров Ф.А. Катализаторы-стабилизаторы – новое научное направление в металлокомплексном катализе процесса полимеризации диенов. Процессы нефтехимии и нефтепереработки, Баку, 2002, № 1 (8), с. 33-43.
3. Насиров Ф.А. Антиокислительные свойства и механизм стабилизирующего действия бифункциональных кобальтсодержащих каталитических дитиосистем в процессах термо- и фотоокислительного старения полибутадиена. Процессы нефтехимии и нефтепереработки, 2000, №1, с.44-54.
4. WO Patent 1991002587, 07.03.1991 (Inter Application PCT/S 1989/000211-n. Filling Data: 15.08.1989). Catalyst for Polymerization of diene and method of obtaining polydiene with the use of said catalyst/IPCP of ANAS/V.S.Aliyev, S.M.Aliyev, A.H.Azizov, F.A.Nasirov, G.A.Mamedaliyev, T.A.Ismailov, V.M.Kruchinina, N.F.Djanibekov, I.P.Golberq, Novruzova F.M., R.K.Gadzhiyev, etc.
5. Шуйкин Н.И., Викторова Е.А. Каталитический синтез алкилфенолов. Успехи химии, 1960, т. XXIX, вып. 10, с. 1229-1259.
6. Насиров Ф.А. Органические дитиопроизводные металлов – компоненты и модификаторы катализаторов нефтехимических процессов (обзор). Нефтехимия, 2001, т. 41, № 6, с. 403-416.
7. 9 Хаслам Дж., Виллис Г.А. Идентификация и анализ полимеров, М.: Химия, 1971, с.172-174.
8. Рафиков С.П., Павлова С.А., Твердохлебова И.И. Методы определения молекулярных весов и полидисперсности высокомолекулярных соединений, М.: Изд.-во АН СССР, 1963, 336 с.
9. Родионова Т.А., Туров Б.С., Шилова Г.Н., Шилов А.Д. Определение зависимости между молекулярной массой низкомолекулярного цис-полибутадиена и характеристической вязкостью его толуольных растворов. Промышленность СК, 1978, №7, с.8-9.

SYNTHESIS OF HIGH AND LOW MOLECULAR MASS TRANSPARENT POLYBUTADIENES USING NEW CATALYSTS BASED ON CHLORO(ALKYL)PHENYL DITHIOPHOSPHATES OF COBALT AND NICKEL

F.A.Nasirov[1], M.B.Jahangirov[2], U.M.Agazade[3], G.N.Hasanova[4], S.R.Rafieva[5]

[1,4,5]Institute of Petrochemical Processes named after akad. Y.H.Mammadaliyev of MSEAR, Laboratory of "Polyfunctional Complexones and Metal Complex Compounds", Khojaly Ave., 30, AZ1025, Baku, Azerbaijan;
[2,3]Baku State University, AZ 1148, akad. Z.Khalilov Street, 33, Baku, Azerbaijan;
[1]Head of Laboratory, Doctor of Chemical Sciences, Prof.Dr., fizuli_nasirov@yahoo.com
[2]Magistr, cahangirovmrdan@gmail.com;
[3]Magistr, ulviyyeagazade14@gmail.com;
[4]Senior Researcher, cavahir10@yahoo.com
[5]Senior Researcher, sevda_rafiyeva@mail.ru

ABSTRACT

High and low molecular mass polybutadienes (PBD) are widely used in the production of tires, rubber-technical products, adhesives, impact-resistant polystyrenes, coating agents, adhesives, etc. The low activity of existing Ti-, Co-, Ni-, Nd-containing colored metal complex catalysts in addition to the colorination of the polymer, significantly deteriorates the quality of the polymer during storage and operation due to the effect of light and heat by the catalyst residues. The colority of polybutadienes limits their use in the production of impact-resistant polystyrenes and cataphoretic anti-corrosion coatings.

Needing of washing the polymer with water after the process, followed by degassing and drying processes, arises a serious environmental problem by the generation of significant amounts of wastewater and increase the cost of the end product.

Catalytic dithiosystems based on organic dithiocompounds of cobalt and nickel (O,O-dithiophosphates, N,N-dithiocarbamates and xanthogenates) created at IPCP of MSEAR, along with high catalytic activity (5-20 kg PBD/g Me·h productivity instead of 0.5-3 kg PBD/g Me·h in existing catalysts), do not deteriorate the quality of polymer by the catalyst residues remaining in the polymer after polymerization and play the role of an antioxidant, but they also color the polymer.

Therefore, the synthesis of new catalysts with high activity and selectivity, which allow the production of colorless, transparent complexes with organoaluminum compounds, and their testing in the butadiene polymerization process are not only relevant, but also of great scientific and practical importance.

For this purpose, the corresponding cobalt and nickel dithiophosphates were synthesized based on alkylphenols containing chlorine (Cl) atoms, and the polymerization process of butadiene to transparent high and low molecular mass polybutadiene with a yield of 20-50 kg PBD/g Me•h in the presence of a transparent catalytic complex formed with organoaluminum compounds (diethylaluminum chloride - DEAX or ethylaluminum sesquichloride - EASX) was studied.

Key words: chlor(alkyl)phenols, dithiophosphates, cobalt, nickel, catalysts, high and low molecular mass polybutadienes

Синтез высоко- и низкомолекулярных прозрачных полибутадиенов с использованием новых кобальт и никель хлоро(алкил)фенил дитиофосфатных катализаторов

Ф.А.Насиров[1], М.Б.Джахангиров[2], У.М.Агазаде[3], Г.Н.Гасанова[4], С.Р.Рафиева[5]

[1,4,5]Институт нефтехимических процессов им. акад. Ю.Г.Мамедалиева МНОАР, лаборатория "Полифункциональные комплексоны и металлокомплексные соединения", пр. Ходжалы, 30, AZ1025, Баку, Азербайджан;

[2,3]Бакинский государственный университет, AZ 1148, ул. акад. З.Халилова, 33, Баку, Азербайджан;

[1]Заведующий лабораторией, д.х.н., доцент, fizuli_nasirov@yahoo.com;

[2]Магистр, cahangirovmrdan@gmail.com;

[3]Магистр, ulviyyeagazade14@gmail.com;

[4]Старший научный сотрудник, cavahir10@yahoo.com

[5]Старший научный сотрудник, sevda_rafiyeva@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Высоко- и низкомолекулярные полибутадиены (ПБД) широко используются в производстве шин, резино-технических изделий, клеев, ударопрочных полистиролов, лакокрасочных материалов, адгезивов и т.д. Низкая активность существующих Ti-,Co-, Ni-,Nd-содержащих окрашенных металлокомплексных катализаторов помимо окрашивания полимера, также существенно ухудшает качество полимера в процессе хранения и эксплуатации под воздействием света и тепла из-за присутствия остатков катализатора. Окрашиваемость полибутадиенов ограничивает их применение в производстве ударопрочных полистиролов и катафорезных антикоррозионных покрытий.

Необходимость промывки полимера водой после процесса, а также дегазации и сушки, создает существенную экологическую проблему за счет образования значительных объемов сточных вод и удорожает конечный продукт.

Созданная в ИНХП МНОАР каталитическая дитиосистема на основе органических дитиосоединений кобальта и никеля (O,O-дитиофосфаты, N,N-дитиокарбаматы и ксантогенаты), наряду с высокой каталитической активностью (производительность 5-20 кг ПБД/г Me•ч вместо 0,5-3 кг ПБД/г Me•ч у существующих катализаторов), не ухудшает качество полимера остатками катализатора, остающимися в полимере после полимеризации (которые играют роль антиоксиданта), но также окрашивает полимер.

Поэтому синтез новых катализаторов с высокой активностью и селективностью, позволяющих получать бесцветные, прозрачные комплексы с алюминийорганическими соединениями, и их испытание в процессе полимеризации бутадиена являются не только актуальными, но и имеют большое научное и практическое значение.

Для этого были синтезированы соответствующие дитиофосфаты кобальта и никеля на основе алкилфенолов, содержащих атомы хлора, и изучен процесс полимеризации бутадиена в прозрачный высоко- и низкомолекулярный полибутадиены с производительностью катализатора 20-50 кг ПБД/г Me•ч в присутствии прозрачного каталитического комплекса, образованного с алюминийорганическими соединениями (диэтилалюминийхлорид - ДЭАХ или этилалюминийсесквихлорид - ЭАСХ).

Ключевые слова: хлор(алкил)фенолы, дитиофосфаты, кобальт, никель, катализаторы, высоко- и низкомолекулярные полибутадиены

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0366

MALEİN ANHİDRİDİNİN HEPTEN-1 VƏ ALLİL SPİRTİ İLƏ BİRGƏPOLİMERLƏŞMƏ REAKSİYALARININ QANUNAUYĞUNLUQLARININ VƏ MƏHSULLARININ TƏDQİQİ

Səidə Məmmədli[1], Esfira İskəndərova[2], Gülşən Novruzova[3], Samirə Mustafayeva[4], Nəzrin Hüseynli[5], Samirə Əliyeva[6]

[1,2,3,4]Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Polimer Materialları İnstitutu
[5]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
[6]Sumqayıt Dövlət Universiteti nəzdində Sumqayıt Dövlət Texniki Kolleci
[1]şöbə müdiri, kimya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent http://orcid.org/0000-0003-2269-3306, seide.mamedli@yandex.ru
[2]elmi işçi http://orcid.org/0009-0007-5592-6942, esfirakudrat@gmail.com
[3]elmi işçi http://orcid.org/0009-0001-8141-4592, gulshennovruzova5@gmail.com
[4]texnik mustafalisamira@gmail.com
[5]magistr huseynlinzrn05@gmail.com
[6] müəllim samiraaliyeva83@mail.ru

XÜLASƏ

Malein anhidridi və onun törəmələrinin birgəpolimerləri hazırki dövrdə üzvi sintezdə və müxtəlif sənaye sahələrində ehtiyac duyulan maddələrdir. Təqdim olunan iş malein anhidridinin hepten-1 və allil spirti ilə radikal binar birgəpolimerləşmə reaksiyası ilə birgəpolimerlərin alınması və xassələrinin tədqiqinə həsr olunmuşdur. Birgəpolimerləşmə reaksiyası benzoil peroksid iştirakı ilə həlledicidə birgəmonomerlərin müxtəlif mol nisbətində həyata keçirilmişdir. Qarşıya qoyulan məqsəd malein anhidridinin məhlulda hepten-1 və allil spirti ilə birgəpolimerləşmə reaksiyalarının qanunauyğunluqlarının aşkar edilməsidir. Əldə olunan birgəpolimerlərin tərkib və quruluşu, birgəpolimerləşmə reaksiyasının qanunauyğunluqları müəyyən edilmişdir. Birgəpolimerləşmə sabitlərinin qiymətləri tapılmış və onlardan istifadə edərək Alfrey-Praysın Q-e sxemi üzrə malein anhidridi, hepten-1 və allil spirti monomerləri üçün aktivlik və polyarlıq parametrləri hesablanmışdır: malein anhidridi (Q=0.23, e=2.25), hepten-1 (Q=0.025, e=0.11), allil spirti (Q=0.052, e=0.29). İlkin götürülən monomerlərin mol miqdarından asılı olaraq sintez olunan birgəpolimerlərin manqa tərkibləri tapılmışdır. Sintez edilmiş birgəpolimerlərin özlülüyü viskozimetrik üsul ilə müəyyən edilmişdir. İlkin monomerlərin nisbəti 1:1 götürüldükdə malein anhidridinin hepten-1 ilə birgəpolimeri üçün η=0.20 dl/q, malein anhidridinin allil spirti ilə birgəpolimeri üçün η=0.28 dl/q-a bərabər olur. Sintez olunan birləşmələr sonrakı çevrilmələr üçün uyğun tipik polifunksional maddələrdir. Çoxlu miqdarda anhidrid qruplarına malik olan malein anhidridinin hepten-1 və allil spirti ilə birgəpolimerləri əla xelatlaşdırıcı və dispersiya effektləri nümayiş etdirir və müxtəlif sahələrdə xelatlaşdırıcı maddələr xüsusilə sorbentlər kimi, dispersləşdirici maddələr, bağlayıcı maddələr və s. kimi istifadə oluna bilərlər.

Açar sözlər: *Malein anhidridi, allil spirti, hepten-1, birgəpolimerləşmə, sorbent*

GİRİŞ

Malein anhidridinin (MA) və onun törəmələrinin birgəpolimerləri müxtəlif sahələrdə, flokulyantlar, sorbentlər, biomateriallar və dərman ötürmə sistemləri, həmçinin plastiklər, çap mürəkkəbləri, yağ əlavələri, dispersantlar/emulqatorlar, korroziya inhibitorları kimi geniş tətbiq

tapıblar (1-3). MA iştirakı ilə kimyəvi baxımdan çox maraqlı reaksiyalar aparıla bilər. Bu reaksiyalardan bəziləri sənayedə istifadə oluna bilən faydalı materialların alınması ilə nəticələnir. MA-nin hepten-1 və allil spirti ilə birgəpolimerləri funksiyalaşdırılmış termoplastik polimerlərdir (4) və texniki tərəqqinin hazırki inkşaf mərhələsində bu tip polimer materiallara ehtiyac artır (5-8). Məlumdur ki, MA radikal homopolimerləşməyə meyilli deyil, lakin asanlıqla birgəpolimerləşmə reaksiyalarına daxil olur. Ümumilikdə, monoalil spirtləri yalnız böyük çətinliklə polimerləşə bilər və yalnız çox aşağı molekul kütləli polimerlər əmələ gətirir. Bu baxımda MA-nin hepten-1 və allil spirti ilə bigəpolimerləşməsinin tədqiqi elmi baxımdan maraq doğurur. Bununla əlaqədar olaraq MA-nin hepten-1 və allil spirti ilə birgəpolimerləşməsi reaksiyaları və əldə olunan birgəpolimerlər tədqiq edilmişdir. Nəticədə faydalı yeni birgəpolimerləşmə məhsulları, əriyən və həll olan sintetik polimer materiallar əldə edilmişdir.

TƏCRÜBİ HİSSƏ

Materiallar və reaktivlər

Araşdırma üçün istifadə etdik: malein anhidridi (Central Drug House (P) Ltd., Hindistan); allil spirti (Central Drug House (P) Ltd., Hindistan), hepten-1 (Central Drug House (P) Ltd., Hindistan), inisiator kimi benzoil peroksid (98,0 %, “Aldrich” CŞA); aseton məhlulu (“Aldrich” ABŞ); metanol (“Aldrich” ABŞ).

Malein anhidridinin hepten ilə birgəpolimerləşməsi

MAH-nin hepten-1 ilə birgəpolimerləşməsi şüşə ampulada aparılmışdır. Azot mühitində ampulaya 3 q MAH (0,03 mol), hepten-1 3.0 q (0,03 mol) və həlledici olaraq 5 ml aseton, inisiator olaraq 0,03 q benzoil peroksid (BP) tökülür. Azot qazı ilə üfürülür və inert mühit yaradılır. Bundan sonra, reaksiya qarışığı olan ampulanın ağzı lehimlənir. 70°C temperaturda termostata yerləşdirilir və 4 saat müddətində saxlanılır. Polimerləşmə başa çatdıqdan sonra ampulanı ağzı açılır və metanolun köməyi ilə çökdürülür. Çökmüş polimer süzülür yenidən metanol vasitəsi ilə çökdürülməklə təmizlənir. Bu proses 3 dəfə təkrarlanır. İlk öncə nümunə 24 saat ərzində otaq temperaturunda, sonra vakuum sobasında 40°C temperaturda sabit kütlə əldə olunana kimi qurudulur.

Malein anhidridinin allil spirti ilə birgəpolimerləşməsi

Malein anhidridinin allil spirti ilə birgəpolimerləşməsi həlledici olaraq aseton məhlulunda, 70°C temperaturda BP inisiatorunun iştirakı ilə termostatda 4 saat müddətində şüşə ampulada aparılır. 3.0 q (0.03 mol) malein anhidrid, 0.3 q (0,05 mol) allil spirti və 5 ml asetonl 10 ml-lik ampulaya əlavə edilir. BP iki monomerin kütləsi cəminin 0.5%-i qədər yəni 0.03 q ampulaya əlavə edilir və şəffaf məhlul azot qazı ilə üfürülür, inert mühit yaradılır. Sonra ampula termostata qoyulur 4 saat ərzində 70°C temperaturda qızdırılır. Ardınca ampulaların ağzı açılır, əldə olunan birgəpolimeri asetondan ayırmaq üçün metanolda 3 dəfə çökdürülür. Çökdürülmüş nümunə 24 saat ərzində otaq temperaturunda qurudulduqdan sonra, 40°C-də vakuum altında sabit kütlə alınana qədər qurudulur.

Tədqiqat üsulları

İQ spektrləri Agilent Cary 630 IR Fourier spektrometrindən (Agilent Technogies, ABŞ) istifadə edilməklə qeydə alınıb.

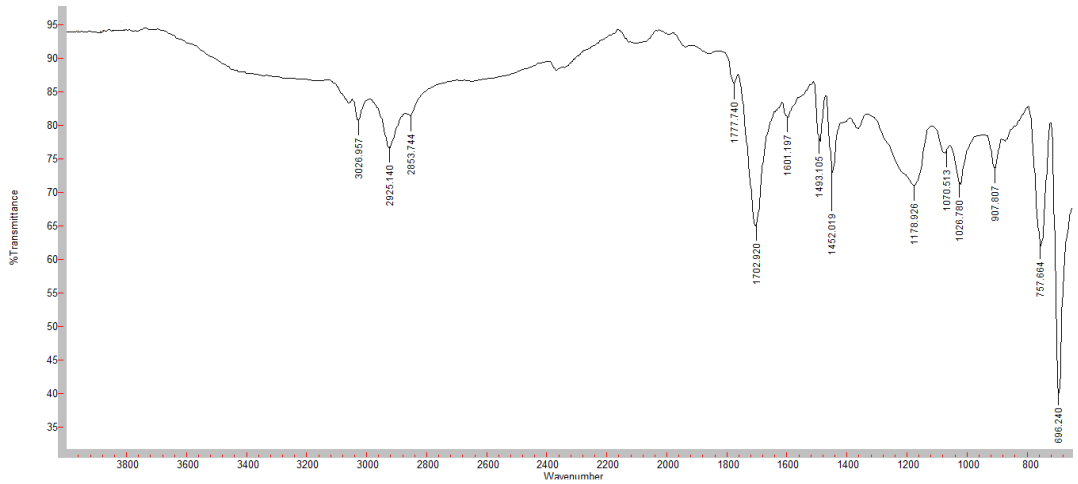
Xarakterik özlülük otaq temperaturunda, benzol məhlulunda Ostvald viskozimetrində təyin edilmişdir.

NƏTİCƏLƏR VƏ MÜZAKİRƏ

Alternativ birgəpolimerləşmənin əsas problemi monomer vahidlərinin düzgün, demək olar ki, səhvsiz dəyişməsi ilə ancaq birgəpolimerin əmələ gəlməsidir. Hər iki birgəmonomer homopolimerləşmə qabiliyyətinə malik deyilsə, onda onların qarışığı da əgər donor-akseptor kompleksi yaranmırsa nə homopolimerləşməyə, nə də birgəpolimerləşməyə uğramır. Lakin alternativ birgəpolimerlərin komponentləri malein anhidridi, allil spirti, hepten-1, stirol və bir sıra digər monomerlərdir ki, onlar monomer cütü düzgün seçilsə birgəhomopolimerləşmədə aktivdirlər. Bu fakt zəncirvari böyümə mexanizminin özü haqqında heç nə deməsə də, aydındır ki, vahidlərin növbələşməsini təmin edən böyümə proseslərinin sürətinin homopolimerləşmə sürətindən kəskin şəkildə yüksək olmasını göstərir.

Alternativ birgəpolimerlərin əmələ gəlməsinə səbəb ola biləcək əsas mexanizmlər [9-111] əsərlərində ətraflı müzakirə edilmişdir. Məqalələrdə təklif olunan mexanizmlər alternativ birgəpolimerlər əmələ gətirən monomer cütlərinin elektrodonorluq və elektroakseptorluq xassəsinə əsaslanır: cütün birgəmonomerlərindən biri elektron donor, digəri isə kifayət qədər güclü elektron akseptor olmalıdır. Bu monomerlər arasında yükün ötürülməsi ilə donor-akseptor kompleksi əmələ gəlir. Kompleks yeni monomer kimi çıxış edə bilir; bu halda birgəpolimerləşmə mahiyyətcə monomerlər kompleksinin homopolimerləşməsidir ("mürəkkəb mexanizm"). Belə sistemlərdə komplekslaşmə sabitinin dəyərləri adətən kiçik olduğundan (1-0,01 l/mol), monomer kompleksinin qatılığı da müəyyən qədər aşağı olur, buna görə də kompleksə daxil olduqda monomerlərdən ən azı birinin reaktivliyi aşağı olmalıdır.

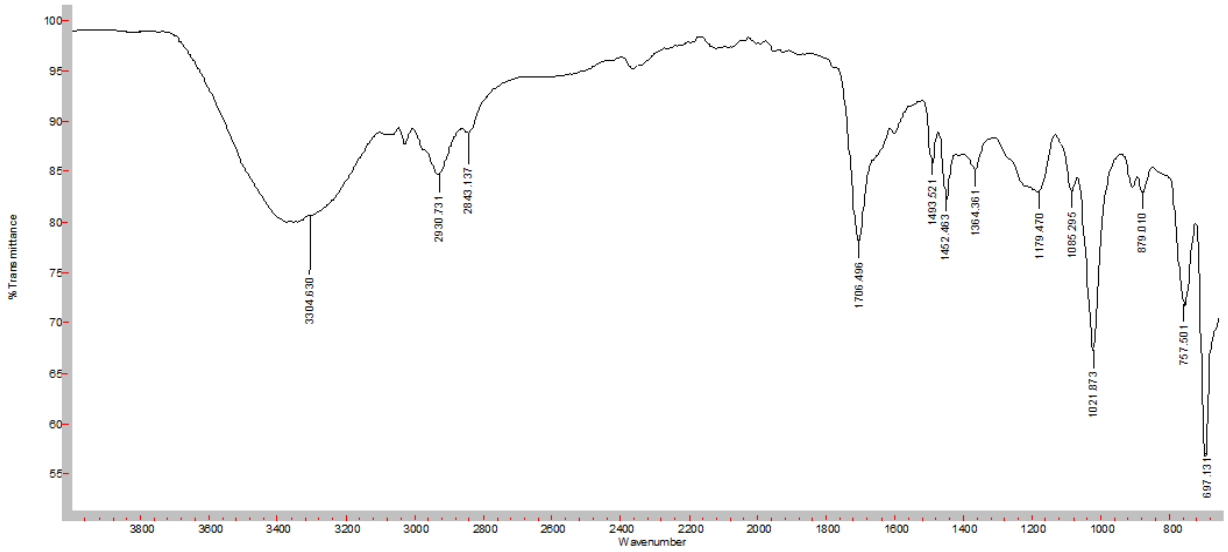
Təqdim olunan işdə MA-nin allil spirti və hepten-1 ilə birgəpolimerlərinin sintezinin reallaşdığına əmin olmaq və birgəpolimerləşmə prosesinin qanunauyğunluqlarını öyrənmək üçün bizim tərəfimizdən bir sıra tədqiqatlar həyata keçirilmişdir. Birgəpolimer sintez edilib təmizləndikdən sonra onların İQ spektrləri çəkilmişdir. MA ilə hepten-1-in birgəpolimerinin İQ spektrində malein anhidridi manqasında olan C=O qruplarına xas piklər 1779-1703 sm^{-1}, CH əlaqəsinə xas olan piklər uyğun olaraq 2926 və 2853 sm^{-1}, CH_2 əlaqəsinə xas olan piklər 1492 və 1451 sm^{-1}, CH_3 əlaqəsinə xas olan piklər uyğun olaraq 1355 və 1070 sm^{-1}, C=O=C əlaqəsinə xas olan piklər uyğun olaraq 1026 və 907 sm^{-1} dalğa uzunluğunda qeydə alınmışdır.



Şəkil 1. MA ilə hepten-1-in birgəpolimerinin İQ-spektri

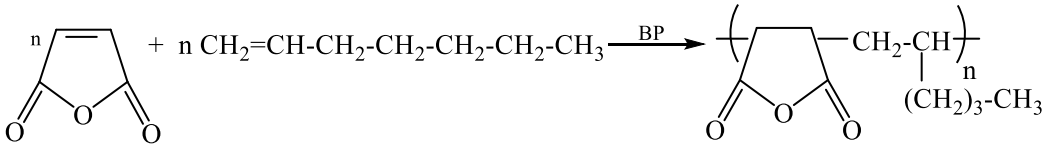
MA ilə allil spirtinin birgəpolimerinin İQ spektrində allil spirti manqasında olan OH

qruplarına xas olan piklər 3304 sm^{-1}, C=O qruplarına xas olan piklər 1706 sm^{-1}, CH əlaqəsinə xas olan piklər uyğun olaraq 2930 və 2843 sm^{-1}, CH_2 əlaqəsinə xas olan piklər 1493, 1452, 1364 sm^{-1}, CH_3 əlaqəsinə xas olan piklər 1085 sm^{-1}, C=O=C əlaqəsinə xas olan piklər uyğun olaraq 1021 və 879 sm^{-1} dalğa uzunluqlarında qeydə alınır.

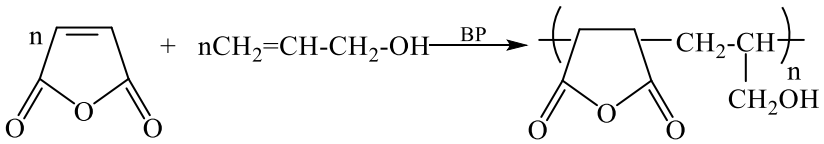


Şəkil 2. MAH ilə allil spirtinin birgəpolimerinin İQ-spektri

MA ilə hepten-1 birgəpolimerinin alınmasını aşağıdakı sxemlə təsvir etmək olar:



MA ilə allil spirtinin birgəpolimerinin quruluşu aşağıdakı sxemlə təsvir etmək olar:

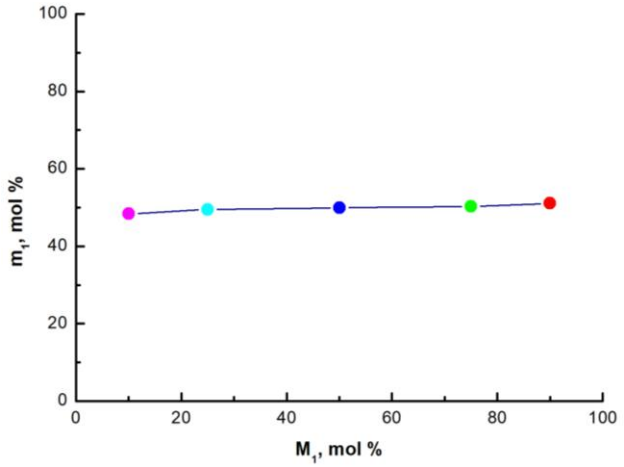


MA və hepten-1 monomerləri və MA və allil spirti monomerləri əsasında sintez olunan birgəpolimerin tərkibi malein anhidridi fraqmentinin təyinindən alınmış nəticələr əsasında müəyyənləşdirilmişdir. Alfrey-Praysın Q-e sxemi ilə MA, hepten-1 və allil spirti monomerlərinin aktivliyi və polyarlığı (MA Q=0.23, e=2.25, hepten-1 Q=0.025, e=0.11, allil spirti Q=0.052, e=0.29) hesablanmışdır.

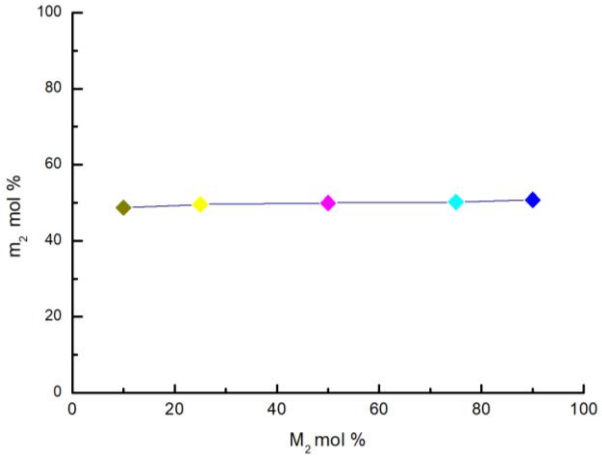
Birgəpolimerləşməyə cəlb edilən hər iki birgəmonomerlərin BP iştirakı ilə benzolda birgəpolimerləşməsi üçün əldə edilmiş nəticələr cədvəl 1-də təqdim edilmişdir.

Cədvəl 1. MA+hepten-1 (1-5) və MA+allil spirti (6-10) sistemlərində radikal binar birgəpolimerləşmə reaksiyalarının aparılma şəraitləri və alınan birgəpolimerlərin manqa tərkibləri (həlledici – aseton, həyəcanlandırıcı – BP, çevrilmə dərəcəsi <10%, t=70ºC).

№	İlkin qarış. monomerlərin miqdarı, mol%		Birgəpolimerlərin tərkibləri, mol%		Anhidrid qrupunun miqdarı, %
	M_1	M_2	m_1	m_2	
1	90	10	51.08	48.92	51.08
2	70	30	50.31	49.69	50.31
3	50	50	49.94	50.06	49.94
4	30	70	49.49	50.51	49.49
5	10	90	48.39	51.61	48.39
6	90	10	50.76	49.24	63.52
7	70	30	50.2	49.8	63.00
8	50	50	49.94	50.06	62.76
9	30	70	49.58	50.42	62.43
10	10	90	48.7	51.30	61.59



Şəkil 3. Birgəpolimerin tərkibinin MA+hepten-1 qarışığında MA-nin mol miqdarından asılılığı.



Şəkil 4. Birgəpolimerin tərkibinin MA+allil spirti qarışığında MA-nin mol miqdarından asılılığı.

Viskozimetrik üsul ilə əldə olunan birgəpolimerlərin özlülüyü təyin edilmişdir. Sintez edilən

MA+hepten-1 birgəpolimerinin özlülüyü η=0.20 dl/q və MA+allil spirti birgəpolimerinin özlülüyü η=0.28 dl/q təyin edilmişdir (monomerlərin nisbəti 1:1). Birgəpolimerdə MA-nin miqdarı azaldıqca özlülük artır.

MA+hepten-1 və MA+allil spirti birgəpolimerləri xelatlama qabiliyyətinə görə qələvi torpaq və keçid metalları üçün sorbent maddələr və korroziya inhibitorları kimi faydalı əlavələrdir. Xüsusilə, malein anhidridi konfiqurasiyasında anhidrid qrupu ehtiva edir ki, onları neytrallaşdırıldıqda iki karboksilat qrupunun həndəsi düzülüşünə görə birvalentli, ikivalentli və üçvalentli kationları effektiv şəkildə xelatlaşdıra bilirlər.

Bu birləşmələr sudan aşındırıcı və ya suda həll olunmayan kationları təmizləyir və istilik sistemi daxilində kalsium və barium kimi qələvi torpaq metal duzlarının çökməsi səbəbindən çirklənmənin və ərp əmələgəlmənin qarşısını alır, əks halda ümumi istilik sisteminin istilik ötürmə səmərəliliyi azalır və istismar müddəti aşağı düşür.

MA əsasında sintez olunan birgəpolimerlərin daxilindəki anhidrid qrupu bu birləşmələrin sonrakı kimyəvi çevrilmələrdə iştirak etməsinə imkan verir.

ƏDƏBİYYAT

1. Kahraman G., Beşkardeş O., Rzayev Z.M.O., Pişkin E. Bioengineering functional copolymers. VII. Synthesis and characterization of copolymers of p-vinylphenyl boronic acid with maleic and citraconic anhydrides and their self-assembled macrobranched supramolecular architectures, Polymer 2004. 45. pp. 5813-5828. https://arxiv.org/pdf/1105.1260
2. Mazi H., Kibarer G., Emregül E., Rzaev Z. M. O., bioengineering functional copolymers. IX. Poly[(maleic anhydride-co-hexene-1)-g-poly(ethylene oxide)], Macromol. Biosci. 2006. 6(4). pp. 311-321. https://doi.org/10.1002/mabi.200500222
3. Shamo Tapdiqov, Dilgam Taghiyev, Nizami Zeynalov, Samira Safaraliyeva, Sevda Fatullayeva etc. Cumulative release kinetics of levothyroxine-Na pentahydrate from chitosan/arabinogalactane based pH sensitive hydrogel and it's toxicology. Reactive and Functional Polymers. Volume 178, 2022, 105334. 1381-5148. https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2022.105334
4. Rzayev Zakir. Graft Copolymers of Maleic Anhydride and Its Isostructural Analogues: High Performance Engineering Materials. Int. Rev. Chem. Eng. 2011. 3(2). pp. 153-215.
5. Yan Xu, Xinyue Yao, Zijun Zhang, Dahua Zhu, Haining Na, Jin Zhu, Chao Fang. Recent research progress and applications of thermoplastic elastomers grafted compatibilizers in polymer blends and composites. 2025. 42. 111500. https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2025.111500
6. Gao L., Huang M., Wu Q., Wan X., Chen X., Wei X., Yang W., Deng R., Wang L., Feng J. Enhanced poly(propylene carbonate) with Thermoplastic Networks: A Cross-Linking Role of Maleic Anhydride Oligomer in CO_2/PO Copolymerization. Polymers. 2019. 11(9).1467. https://doi.org/10.3390/polym11091467
7. Gao L.J., Chen X.G., Liang X.J., Guo X.Z., Huang X.L., Chen C.F., Wan X.D., Deng R.Y., Wu Q.F., Wang L.Y., et al. A novel one-pot synthesis of poly(propylene carbonate) containing cross-linked networks by copolymerization of carbon dioxide, propylene oxide, maleic anhydride, and furfuryl glycidyl ether. Polymers 2019. 11. 881. https://doi.org/10.3390/polym11050881
8. Cevdet Kaynak, Yelda Meyva. Use of maleic anhydride compatibilization to improve

toughness and other properties of polylactide blended with thermoplastic elastomers. Polymers for Advanced Technologies. 2014. 25. https://doi.org/10.1002/pat.3415
9. Jing Huang, S. Richard Turner. Recent advances in alternating copolymers: The synthesis, modification, and applications of precision polymers. Polymer. 2017. 116. 572-586. https://doi.org/10.1016/j.polymer.2017.01.020
10. Zhang Yuxuan, Lee Sunghwan. Copolymers for electronic, optical, and sensing applications with engineered physical properties. Applied Physics Letters. 2023. 123. https://doi.org/10.1063/5.0141885
11. Bag Sagar, Ghosh Soumyadeep, Paul Soumya, Khan Md Ezaz Hasan, De Priyadarsi. Styrene-Maleimide/Maleic Anhydride Alternating Copolymers: Recent Advances and Future Perspectives. Macromolecular Rapid Communications. 2021. 42. https://doi.org/10.1002/marc.202100501

STUDY OF THE LAWS AND PRODUCTS OF THE COPOLYMERIZATION REACTIONS OF MALEIC ANHYDRIDE WITH HEPTEN-1 AND ALLYL ALCOHOL

Saida Mammadli[1], Esfira Iskanderova[2], Gulshan Novruzova[3], Samira Mustafayeva[4], Nazrin Huseynli[5], Samira Aliyeva[6]

[1,2,3,4]Institute of Polymer Materials, Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan
[5]Azerbaijan State Oil and Industry University
[6]Sumgayit State Technical College under Sumgayit State University
[1]head of Department, Doctor of Philosophy in Chemistry, Associate Professor http://orcid.org/0000-0003-2269-3306, seide.mamedli@yandex.ru
[2]researcher http://orcid.org/0009-0007-5592-6942, esfirakudrat@gmail.com
[3]researcher, http://orcid.org/0009-0001-8141-4592, gulshennovruzova5@gmail.com
[4]technician, mustafalisamira@gmail.com
[5]master's student, huseynlinzrn05@gmail.com
[6]teacher, samiraaliyeva83@mail.ru

ABSTRACT

Copolymers of maleic anhydride and its derivatives are currently needed in organic synthesis and various industrial sectors. The presented work is devoted to the preparation of copolymers by radical binary copolymerization reaction of maleic anhydride with heptene-1 and allyl alcohol and the study of their properties. The copolymerization reaction was carried out in the presence of benzoyl peroxide in a solvent with different molar ratios of comonomers. The goal is to reveal the regularities of the copolymerization reactions of maleic anhydride with heptene-1 and allyl alcohol in solution. The composition and structure of the obtained copolymers, the regularities of the copolymerization reaction were determined. The values of the copolymerization constants were found and using them, the activity and polarity parameters were calculated for the monomers of maleic anhydride, heptene-1 and allyl alcohol according to the Alfrey-Price Q-e scheme: maleic anhydride (Q=0.23, e=2.25), heptene-1 (Q=0.025, e=0.11), allyl alcohol (Q=0.052, e=0.29). The manga compositions of the synthesized copolymers were found depending on the molar amount of the monomers taken initially. The viscosity of the synthesized copolymers was determined by the viscometric method. When the ratio of the initial monomers is taken as 1:1, the copolymer of maleic anhydride with heptene-1 is η=0.20 dl/g, and the copolymer of maleic anhydride with allyl alcohol is η=0.28 dl/g. The synthesized compounds are typical polyfunctional materials suitable for further transformations. Copolymers of maleic anhydride with heptene-1 and allyl alcohol, which have a large amount of anhydride groups, exhibit excellent chelating and

dispersing effects, and chelating agents can be used in various fields, especially as sorbents, dispersing agents, binders, etc.
Keywords: *Maleic anhydride, allyl alcohol, heptene-1, copolymerization, sorbent*

Изучение регулирования и продуктов реакций сополимеризации малеинового анагидрида с гептеном-1 и аллиловым спиртом

Саида Мамедли[1], Эсфира Искендерова[2], Гульшан Новрузова[3], Самира Мустафаева[4], Назрин Гусейнли[5], Самира Алиева[6]
[1,2,3,4]Институт Полимерных Материалов Министерства Науки и Образования Азербайджанской Республики
[5]Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
[6]Сумгаитский государственный технический колледж при Сумгаитском государственном университете
[1]Заведующий кафедрой, доктор химических наук, доцент http://orcid.org/0000-0003-2269-3306, seide.mamedli@yandex.ru
[2]научных сотрудника http://orcid.org/0009-0007-5592-6942, esfirakudrat@gmail.com
[3]научных сотрудника http://orcid.org/0009-0001-8141-4592, gulshennovruzova5@gmail.com
[4]техник mustafalisamira@gmail.com
[5]магистр huseynlinzrn05@gmail.com
[6]преподавателей samiraliyeva83@mail.ru

РЕФЕРАТ

Малеиновый ангидрид и сополимеры его производных в настоящее время являются востребованными веществами в органическом синтезе и различных отраслях промышленности. Представленная работа посвящена изучению получения и свойств сополимеров реакцией радикальной бинарной сополимеризации малеинового ангидрида с гептеном-1 и аллиловым спиртом. Реакцию сополимеризации проводили в присутствии пероксида бензоила в растворителе с различным мольным соотношением сомономеров. Цель – выявить закономерности реакций сополимеризации малеинового ангидрида с гептеном-1 и аллиловым спиртом в растворе. Определены состав и структура полученных сополимеров, закономерности реакции сополимеризации. Найдены значения констант сополимеризации и рассчитаны параметры активности и полярности мономеров малеинового ангидрида, гептена-1 и аллилового спирта по схеме Q-e Алфри-Прайса: малеиновый ангидрид (Q=0,23, e=2,25), гептен-1 (Q=0,025, e=0,11), аллиловый спирт (Q=0,052, e=0,29). Установлено содержание марганца в синтезированных сополимерах в зависимости от мольного количества исходно взятых мономеров. Вязкость синтезированных сополимеров определяли вискозиметрическим методом. При соотношении первичных мономеров 1:1 η=0,20 дл/г для сополимера малеинового ангидрида с гептеном-1 и η=0,28 дл/г для сополимера малеинового ангидрида с аллиловым спиртом. Синтезированные соединения представляют собой типичные полифункциональные вещества, пригодные для дальнейших превращений. Сополимеры малеинового ангидрида с гептеном-1 и аллиловым спиртом, имеющие большое количество ангидридных групп, проявляют превосходное хелатирующее и диспергирующее действие и используются в качестве хелатирующих агентов в различных областях, особенно в качестве сорбентов, диспергаторов, связующих и др. может использоваться как
Ключевые слова: *малеиновый ангидрид, аллиловый спирт, гептен-1, сополимеризация, сорбент.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0374

PRODUCTION OF 5-HYDROXYMETHYLFURFURAL BASED ON ACCESSIBLE NATURAL RAW MATERİALS

Gunel I. Amanullayeva, Minira M.Aghahuseynova
Azerbaijan State Oil and Industry Unversity
AZ 1010, Baku 20, Azadlig ave.
e-mail: gunel.amanullayeva@gmail.com

ABSTRACT

Recently, the demand for 5-HMF and its widespread use have attracted attention. In recent years, research to replace petroleum-based polymers used in industry and our daily lives with based on renewable raw materials has been conducted. One of alternative is considered to be biomaterials containing furan.

5-HMF and its derivatives, which contain a furan ring, serve as monomers for the production of substances such as polyesters, polyamides, polyamines, and polyurethanes. The research work showed the advantage of using cheaper and more affordable raw materials for obtaining 5-HMF. The presented research work is devoted to the extractıon of thıs substance from pomegranate peel, study of ıts propertıes by modern methods of physıcochemıcal research as well as analysıs of areas of ıts application. Extraction was carried out using waste pomegranate peel and isopropyl alcohol. The obtained product was analyzed by IR-Fourier, GC-MS, UV spectroscopy. The chemical substance 5-HMF in the extract was confirmed by GC-MS. The presence of functional groups in the extract was studied by IR-spectroscopy. In the IR spectrum of the 5-HMF molecule, the stretching vibrations of the carbonyl group are observed in the region of 1725.40 cm-1, an absorption band at 1438.99 cm-1 belonging to the –C=C functional group was recorded. The intense peak at 1606.22 cm-1 in the spectrum indicates the presence of a combined carbonyl group in the furfural compound.

The presented research work shows the application areas of 5-hydroxymethylfurfural, especially its widespread use in the production of polymers, coatings, varnishes, and plastics. In particular, its use has a positive effect on the mechanical and thermal properties of polymers.

Keywords: 5-HMF, isopropyl alcohol, extraction, pomegranate peel, bioactive compound

Introduction

Recently, there has been an increased interest in polymers synthesized from natural and renewable sources. According to calculations, the depletion of oil reserves has increased the interest in alternative sources. It is known that 5-hydroxymethylfurfural (5-HMF) and its derivatives are widely used in the synthesis of polymers. For this reason, in the synthesis of many polymers, various natural macromolecules and renewable monomers such as polysaccharides, vegetable oils, terpenes, furan-containing derivatives, etc. have been used [1-3].

HMF, derived from biomass, is a chemical with a wide range of applications. 5-Hydroxymethylfurfural is a solid substance that is highly soluble in both water and organic solvents and melts at low temperatures. The HMF molecule has a chemical structure that is favorable for reaction and contains a furan ring, hydroxyl and formyl functional groups.

Therefore, it undergoes reactions such as oxidation, reduction, and esterification to form various important derivatives [4-6].

5-HMF is a molecule that can be converted into a variety of interesting chemicals. The great interest in the production of furan derivatives from biomass sources is due to the great potential of furan derivatives as feedstocks for bulk chemicals and fuels. 5-HMF can be synthesized by dehydration of all types of C6 carbohydrates, including monomeric and polymeric carbohydrates such as fructose, glucose, sucrose, starch, inulin, cellulose, and raw biomass.5-HMF has a wide range of applications. It is used in various fields - in the chemical and oil industry, pharmacology, the food sector, in the production of polymers, etc. At the same time, it is widely used as a raw material in the production of biopolymers, plastics, resins, varnishes and paints, and new products [7-9]. Interest in polymers derived from HMF and its derivatives is rapidly growing not only because of the durability and rich chemistry of HMF, but also because of the unique properties of these polymers. Currently, there is increasing attention to the preparation of polymers based on HMF derivatives, mainly through chemical reactions.The incorporation of furan rings into other biopolymers is a promising way to tune the properties of polymers. The synthesis of copolymers or the incorporation of other functional monomers for the preparation of composites allows the thermal and mechanical properties of materials from 5-HMF and its derivatives to be tuned [10, 11].

In recent years, with increasing concerns about global warming and fuel depletion, there has been an increased focus on the development of renewable energies and the conversion of biomass into chemicals and fuels. A biomass-derived chemical, 5-HMF, is a promising versatile and platform chemical that could lead to various applications in future bio-oil refineries. 5-HMF can be directly converted to various useful acids and alcohols for biopolymer precursors, as well as a promising biofuel such as 2,5-dimethylfuran (DMF). It can be obtained from the acid-catalyzed dehydration of various C6-based carbohydrates such as glucose, fructose, sucrose and cellulose [12-15].

The presented research work is dedicated to the extraction of used pomegranate peels, which are considered biomass waste, and the study of the wide application areas of 5-HMF from the resulting solution.

Experimental part

5-Hydroxymethyl-2-furfural was obtained by Soxhlet extraction of pomegranate peels. Isopropyl alcohol was used as the extractant. In a 1-liter flask, 650 ml of solvent was taken, and 25 g of pomegranate peels weighed on an analytical balance were taken. The pomegranate peels were washed and dried. The pomegranates were ground to a powder in a grinder. The extraction process was carried out at the boiling temperature of the solvent for 8 hours. The process was observed with 8 cycles of evacuation. The resulting yellowish-red solution was separated from the solid residue, then the alcohol contained in it was distilled and expelled.

After the extraction process, the yellowish-red solid obtained was analyzed by IR-Fourier, GC-MS, UV spectroscopy. To study the functional groups in the composition, their IR spectra were recorded on an IR-FURYE spectrometer. The IR-FURYE spectrometer was determined in the 400 - 4000 cm-1 wave frequency range of a Bruker FTIR brand ALPHA (made in Germany). Spectral resolution 2 cm-1, ATR module, Dimensions (WxDxH) 220 x 330 x 260 mm. The molecular composition of the extract was determined by GC-MS (Shimadzu.QP2010SE). UV spectra were recorded on a Specord 250 Plus spectrophotometer and registered in the 275 nm

range for standard solutions of the compounds.

Results and discussion

The 5-HMF molecule was determined by GC-MS. The results of the analysis are shown in Figure 1 and Table 1.

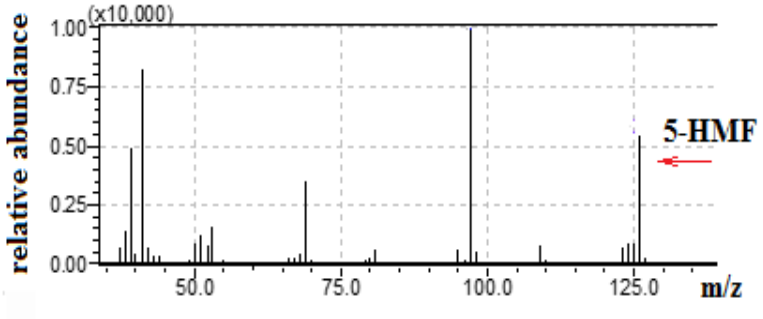
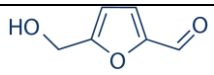


Fig. 1GC-MS results of extract

Table 1. Characteristic of 5-HMF

Retention time	Area	Molecular structure	Molecule name	Molecular mass
12350	24145		$C_6H_6O_3$	126

The pomegranate peel extract was checked to various tests to confirm the presence of photochemical components. The pomegranate peel extract, being a colored solution, showed maximum absorption at a wavelength of 270-300 nm in UV- spectrum (fig.2.). This results are in accordance with the studies, [16] in which they reported the maximum absorbance of 300 nm on pomegranate peel. Hence, the same wavelength will be used for further studies. The results of qualitative analysis showed that pomegranate peel extract showed positive results for 5-HMF. The quantitative analysis showed that the equivalent weight in mg/mL was 345.14 respectively. The moisture percentage obtained from pomegranate was 72% and the pH was 3.6.

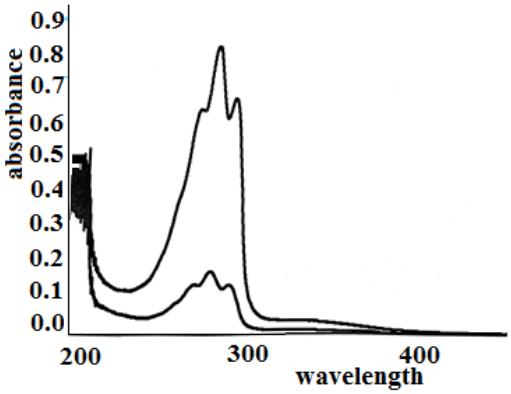


Fig. 2.UV spectrum of extract

The IR spectrum of the isopropyl extract of pomegranate peel was recorded (Fig. 3) and [17-19] to literature mainly has been identified.

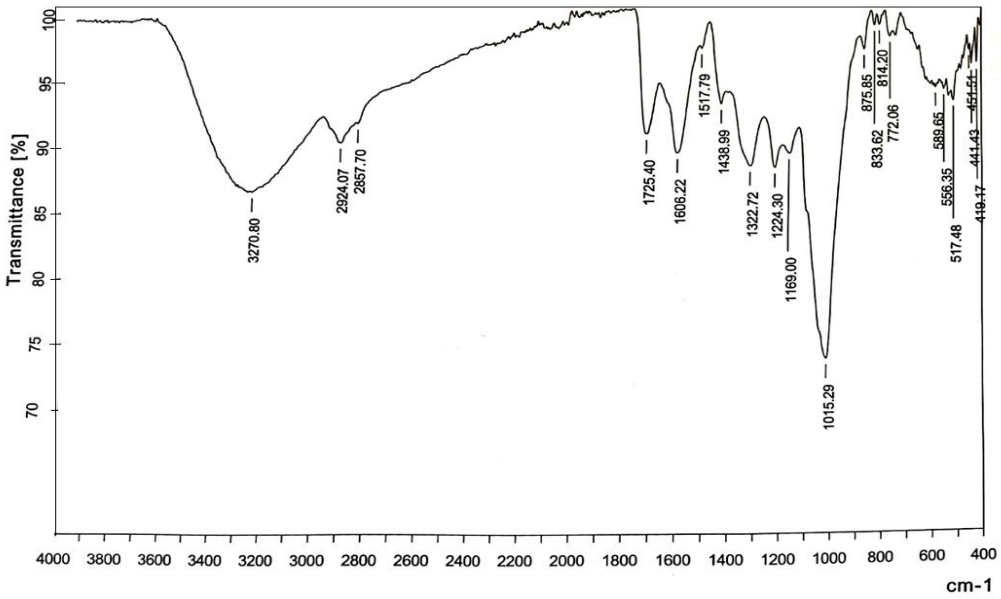


Fig.3. IR spectrum of pomegranate peel extract

The 5-HMF molecule consists of furan rings with aldehyde and alcohol functional groups. The valence vibrations of the carbonyl group in the molecule are observed at 1725.40 cm^{-1}, and the bending vibrations corresponding to the CO bond are observed with absorption peaks at 1169 cm^{-1} and 1015 cm^{-1}. An absorption band at 1438.99 cm^{-1} belonging to the –C=C functional group was recorded in the IR spectrum. The absorption bands in the spectral range of 875.85 cm^{-1} to 772.06 cm^{-1} in the spectrum can be attributed to the vibrations of the CH bond. The intense peak at 1606.22 cm^{-1} indicates the presence of a combined carbonyl group in the furfural compound [16-18].

Conclusions

In this study, it has been clearly shown for the time that 5-HMF can be extracted by isopropyl alcohol from natural biomass - pomegranate peel. The extracted pomegranate peel was extracted with isopropyl alcohol. The process was observed in a Soxhlet apparatus with 8 cycles of extraction for 8 hours. The isopropyl extract of pomegranate peel was analyzed by IR-Fourier, GC-MS and UV spectroscopy. The functional groups in the 5-HMF molecule were confirmed. The absorption band at 1438.99 cm^{-1} indicated the –C=C functional group, and the intense peak at 1606.22 cm^{-1} indicated the combined carbonyl group in the furfural compound. The structure and molecular mass of the 5-HMF molecule were studied by GC-MS.

References:

1. Coline V., Sylvain C., Nilakshi V. Sadavarte, Bhausaheb V. Tawade, Bernard Boutevin and Prakash P. Wadgaonkar Functionalization of cardanol: towards biobased polymers and additives. Polym. Chem., 2014, 5, pp.3142-3162. DOI https://doi.org/10.1039/C3PY01194A

2. Maxence F., Emilie D., Vincent Besse, Rémi Auvergne, Sylvain Caillol and Bernard Boutevina. Vanillin, a promising biobased building-block for monomer synthesis. Green Chemistry, 2014, 16, pp.1987–1998. DOI: 10.1039/c3gc42613k
3. Perry A. Wilbon, Fuxiang Chu, Chuanbing Tang. Progress in Renewable Polymers from Natural Terpenes, Terpenoids, and Rosin. Macromolecular rapid communications, 34 (1), 2013. pp.8-37,. https://doi.org/10.1002/marc.201200513
4. Alessandro Gandini, Talita M Lacerda, Antonio J F Carvalho , Eliane Trovatti . Progress of Polymers from Renewable Resources: Furans, Vegetable Oils, and Polysaccharides. Chemical Reviews. Vol 116.Issue 3. 2016, pp.13-39. DOI: 10.1021/acs.chemrev.5b00264
5. Senri Hayashi, Azumi Narita, Tatsuya Wasano, Yuya Tachibana, Ken-ichi Kasuya. Synthesis and cross-linking behavior of biobased polyesters composed of bi(furfuryl alcohol). European Polymer Journal, volume 121, 2019, 109333. https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2019.109333
6. Kongkona S., Abiram K.R., Ponnusamy S.K., Sunita J. V. Recent advances in biotransformation of 5-Hydroxymethylfurfural: challenges and future aspects. Journal of Chemical Technology & Biotechnology. 2022. 97. pp.409-419. DOI:10.1002/jctb.6670
7. Thomas M. Kläusli. "AVA Biochem: commercialising renewable platform chemical 5-HMF". Green Processing and Synthesis. 2014. 3 (3), pp.235–236. doi:10.1515/gps-2014-0029.
8. Teong, Siew Ping; Yi, Guangshun; Zhang, Yugen. "Hydroxymethylfurfural production from bioresources: past, present and future". Green Chemistry. 16 (4): 2015. doi:10.1039/c3gc42018c
9. Daihui Zhang. Advances in polymer precursors and bio-based polymers synthesized from 5hydroxymethylfurfural. Journal of Polymer Science Part A Polymer Chemistry, 55(9). 2017, 55, pp.1478–1492. https://www.researchgate.net/publication/315371021
10. Robert-Jan van Putten, Jan C van der Waal, Ed de Jong, Carolus B Rasrendra, Hero J Heeres, Johannes G de Vries. Hydroxymethylfurfural, a versatile platform chemical made from renewable resources. Chem Rev. 2013 Mar 13;113(3), pp.1499-597. doi: 10.1021/cr300182k.
11. Conrad Zhang Z..Chapter 3 - Emerging Catalysis for 5-HMF Formation from Cellulosic Carbohydrates. New and Future Developments in Catalysis. Catalytic Biomass Conversion, 2013, pp.53-71. https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53878-9.00003-5
12. Sadra S. et al. 5-HMF production from industrial grade sugar syrups derived from corn and wood using niobium phosphate catalyst in a biphasic continuous-flow tubular reactor. Catalysis Today, 2023, volume 407, pp. 274-280. https://doi.org/10.1016/j.cattod.2021.07.032
13. Jaewon Jeong et al. Commercially attractive process for production of 5-hydroxymethyl-2-furfural from high fructose corn syrup. Journal of Industrial and Engineering Chemistry. volume 19, Issue 4, 25 July, 2013, pp.1106-1111. https://doi.org/10.1016/j.jiec.2012.12.004
14. Sang-Hyun Pyo, Mahmoud Sayed, Rajni Hatti-Kaul. Batch and Continuous Flow Production of 5-Hydroxymethylfurfural from a high concentration of fructose using an acidic ion exchange catalyst. Organic Process Research & Development. Vol 23, Issue 5. https://doi.org/10.1021/acs.oprd.9b00044
15. Paolo C., Antonella G., Filippo B., Vladimiro D.S. Cooperative action of Brønsted and Lewis acid sites of niobium phosphate catalysts for cellobiose conversion in water. Applied Catalysis B: Environmental. Volume 193, 2016, pp.93-102. https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2016.04.012
16. Nisha M.H, Tamileaswari R., Jesurani S. Analysis of Anti-Bacterial Activity of Silver Nanoparticles from Pomegranate (Punicagranatum) Seed and Peel Extracts. International

Journal of Engineering Research and Technolology, 2015, 4(4), pp.1044-1048. DOI:10.17577/IJERTV4IS041104
17. Jinhang Dai, Xing Fu, Dr. Liangfang Zhu, Jinqiang Tang, Xiawei Guo, prof. Changwei Hu. One-pot deoxygenation of fructose to furfuryl alcohol by sequential dehydration and decarbonylation. ChemCatChem. volume 8, Issue 7, 2016, pp.1379-1385. https://doi.org/10.1002/cctc.201501292
17. Surendra B.S., M. Veerabhadraswamy M. Microwave assisted synthesis of polymer via bioplatform chemical intermediate derived from Jatropha deoiled seed cake. Journal of Science: Advanced Materials and Devices 2, 2017, pp.340-346. https://doi.org/10.1016/j.jsamd.2017.07.004
18. Nurabiyiah Mohamad, Norfahana Abd-Talib, Tau-Len Kelly Yong. Furfural production from oil palm frond (OPF) under subcritical ethanol conditions. Materials proceedings to day, volume 31, part 1, 2020, pp.116-12. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.01.256

ПРОИЗВОДСТВО 5-ГИДРОКСИМЕТИЛФУРФУРОЛА НА ОСНОВЕ ДОСТУПНОГО ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ

Гюнель И. Амануллаева, Минира М.Агагусейнова

РЕЗЮМЕ:
В последнее время внимание привлекают спрос на 5-ГМФ и его широкое применение.В последние годы проводятся исследования по замене полимеров на основе нефти, используемых в промышленности и нашей повседневной жизни, на полимеры на основе возобновляемого сырья. Одной из альтернатив считаются биоматериалы, содержащие фуран.
5-ГМФ и его производные, содержащие фурановое кольцо, служат мономерами для производства таких веществ, как полиэфиры, полиамиды, полиамины и полиуретаны.В ходе научно-исследовательской работы показано преимущество использования более дешевого и доступного сырья для получения 5-HMF. Представленная научно-исследовательская работа посвящена извлечению этого вещества из кожуры граната, изучению его свойств современными методами физико-химических исследований, а также анализу областей его применения. Экстракцию проводили с использованием отходов кожуры граната и изопропилового спирта. Полученный продукт анализировали методами ИК-Фурье, ГХ-МС, УФ-спектроскопии. Химическое вещество 5-HMF в экстракте подтверждено методом ГХ-МС. Наличие функциональных групп в экстракте изучено методом ИК-спектроскопии.В ИК-спектре молекулы 5-HMF валентные колебания карбонильной группы наблюдаются в области 1725,40 см-1, зарегистрирована полоса поглощения при 1438,99 см-1, принадлежащая функциональной группе –C=C. Интенсивный пик при 1606,22 см-1 в спектре свидетельствует о наличии в составе фурфурольного соединения связанной карбонильной группы.
Представленная исследовательская работа показывает области применения 5-гидроксиметилфурфурола, в частности его широкое применение в производстве полимеров, покрытий, лаков и пластмасс. В частности, его применение оказывает положительное влияние на механические и термические свойства полимеров.
Ключевые слова:5-HMF, изопропиловый спирт, экстракция, кожура граната, биоактивное

соединение

МÖVCUD TƏBİİ XAMMAL ƏSASINDA 5-HİDROKSİMETİLFURFURALIN İSTEHSALI

Günel İ.Amanullayeva, Minirə M.Ağahüseynova

ABSTRACT

Son zamanlar 5-HMF-ə tələbat və onun geniş tətbiqi diqqəti cəlb edir.Son illərdə sənayedə və gündəlik həyatımızda istifadə olunan neft əsaslı polimerləri bərpa olunan xammala əsaslanan polimerlərlə əvəz etmək üçün tədqiqatlar aparılmışdır. Alternativlərdən biri də furan tərkibli biomateriallardır.

Furan halqası olan 5-HMF və onun törəmələri poliesterlər, poliamidlər, poliaminlər və poliuretanlar kimi maddələrin istehsalı üçün monomer kimi xidmət edir.Tədqiqat işi 5-HMF əldə etmək üçün daha ucuz və daha sərfəli xammaldan istifadənin üstünlüyünü göstərdi. Təqdim olunan tədqiqat işi nar qabığından bu maddənin çıxarılmasına, onun xüsusiyyətlərinin müasir fiziki-kimyəvi tədqiqat üsulları ilə öyrənilməsinə, eləcə də onun tətbiqi sahələrinin təhlilinə həsr edilmişdir. Ekstraksiya tullantı nar qabığı və izopropil spirtindən istifadə edilməklə aparılmışdır. Alınmış məhsul IR-Fourier, GC-MS, UV spektroskopiya ilə təhlil edilmişdir. Ekstraktda olan 5-HMF kimyəvi maddəsi GC-MS tərəfindən təsdiq edilmişdir. Ekstraktda funksional qrupların olması İQ-spektroskopiya ilə tədqiq edilmişdir.5-HMF molekulunun İQ spektrində karbonil qrupunun uzanan vibrasiyaları 1725,40 sm^{-1} bölgədə müşahidə olunur, –C=C funksional qrupuna aid olan 1438,99 sm^{-1} udma zolağı qeydə alınıb. Spektrdə 1606,22 sm^{-1} səviyyəsində olan intensiv pik furfural birləşmədə birləşmiş karbonil qrupunun olduğunu göstərir.

Təqdim olunan tədqiqat işi 5-hidroksimetilfurfuralın tətbiq sahələrini, xüsusilə polimerlərin, örtüklərin, lakların və plastiklərin istehsalında geniş istifadəsini göstərir. Xüsusilə onun istifadəsi polimerlərin mexaniki və istilik xüsusiyyətlərinə müsbət təsir göstərir.

Açar sözlər:5-HMF, izopropil spirti, ekstraksiya, nar qabığı, bioaktiv birləşmələr

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0381

ОЛИГОМЕРНЫЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНПОЛИАМИНА И ПРОПИЛЕНОКСИДА

Абилова Айгюль Зияфеддин[1], Ахмедова Гюльнара Аллахверди[2], Рагимов Раван Абдуллятиф[3], Насибова Шафига Мусеиб[4], Гусейнова Саида Мехмет[5]

[1,2,3,4,5] Институт нефтехимических процессов имени Ю.Г.Мамедалиева Министерства науки и образования Азербайджанской Республики, Баку, Азербайджан
[3] Бакинский инженерный университет

[1] ведущий научный сотрудник, лаборатория «Поверхностно-активные реагенты и препараты», abilova_aygul@inbox.ru, 0009-0001-3453-5770
[2] зав. лабораторией, лаборатория «Поверхностно-активные реагенты и препараты», ahmadovagulnara@mail.ru, 0009-0003-7199-6087
[3] главный научный сотрудник, лаборатория «Поверхностно-активные реагенты и препараты», , revan_chem@mail.ru, 0000-0001-5619-4041
[4] ведущий научный сотрудник, лаборатория «Поверхностно-активные реагенты и препараты», nesibova.sefiqe@mail.ru, 0009-0009-1446-7270
[5] старший научный сотрудник, лаборатория «Поверхностно-активные реагенты и препараты», seidehuseyn74@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Олигомерные поверхностно-активные вещества - особый класс поверхностно-активных веществ, молекулы которых состоят из нескольких повторяющихся звеньев. В отличие от мономерных ПАВ, они обладают уникальными свойствами. Благодаря увеличенной молекулярной массе и специфической структуре они демонстрируют повышенную поверхностную активность; стабильность в растворах дает возможность образовывать устойчивые мицеллы даже при низких концентрациях; они менее токсичны по сравнению с традиционными поверхностно-активными веществами, что делает их более перспективными при использовании в биомедицине и экологичных технологиях; их способность к самоорганизации позволяет формировать сложные надмолекулярные структуры. Целью работы является получение неионогенных поверхностно-активных веществ олигомерного типа, определение их структуры и физико-химических параметров, в том числе поверхностной активности и удельной электропроводности. Синтезированы олигомерные поверхностно-активные вещества неионогенного типа на основе полиэтиленполиамина и пропиленоксида, взятых в различном мольном соотношении. Реакции проведены при интенсивном перемешивании на магнитной мешалке при комнатной температуре. Определены наиболее важные физико-химические показатели этих продуктов. Структура полученных веществ идентифицирована методом инфракрасной спектроскопии. Поверхностную активность, приготовленных в широком интервале концентраций (0.01-5.0%) рабочих водных растворов синтезированных олигомерных поверхностно-активных веществ, на границе с воздухом изучали классическим методом с помощью высокоточного тензиометра, с применением кольца Дью Нуи. Установлена их высокая поверхностная активность. Для определения удельной электропроводности методом кондуктометрии готовили 0.5 и 1.0% водные растворы неионогенных

поверхностно-активных веществ олигомерного типа и фиксировали значения с помощью иономера. Было обнаружено, что по мере увеличения степени оксипропилирования полученных веществ поверхностно-активные свойства увеличиваются, а удельная электропроводность снижается. Олигомерные поверхностно-активные вещества данного типа широко применяются в различных отраслях промышленности в качестве эмульгаторов, демульгаторов, ингибиторов коррозии, реагентов для повышения нефтедобычи, а также в медицине, косметике и других сферах
Ключевые слова: полиэтиленполиамин, пропилен оксид, оксипропилирование, поверхностная активность, удельная электропроводность

ВВЕДЕНИЕ

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) - химические соединения, которые, концентрируясь на поверхности раздела фаз, вызывают снижение поверхностного натяжения. ПАВ характеризуются ярко выраженной способностью адсорбироваться на поверхностях и на межфазных границах. Термин «межфазная граница» принято относить к границе между двумя несмешивающимися фазами, термин «поверхность» указывает на то, что одной из фаз является газ, как правило, — воздух. Стремление ПАВ аккумулироваться на межфазных границах является их фундаментальным свойством. В принципе, чем сильнее эта способность, тем выше эффективность ПАВ. Степень концентрирования ПАВ на поверхности зависит от строения их молекул и от природы контактирующих фаз [1]. Поэтому не существует универсального эффективного ПАВ, пригодного для любых систем. Выбор подходящего ПАВ определяется функциями, которые оно должно выполнять в данной системе. В основном, молекула ПАВ состоит из двух частей, одной гидрофобной и другой гидрофильной, соединенных вместе в одну структуру. Углеродная цепь из 8-18 атомов углерода в виде прямой или разветвленной углеводородной цепи обычно образует гидрофобную часть, тогда как полярная ионная группа (обычно называемая «головной группой») выполняет роль гидрофильного компонента. Как правило, гидрофильно-липофильный баланс является мерой соотношения гидрофобной и гидрофильных частей амфифильных ПАВ, отвечает за преимущественную адсорбцию ПАВ на поверхностях и границах раздела фаз по сравнению с объемной фазой, а также за образование самособирающихся агрегатов в растворе [2]. Движущая сила этой преимущественной адсорбции и последующей самосборки проистекает из снижения свободной энергии границы раздела фаз, что в конечном итоге приводит к снижению поверхностного и межфазного натяжения. Изменяя структуру ПАВ, можно изменять активность в отношении снижения поверхностного натяжения. Это может быть сделано путем модуляции структур головной группы или гидрофобной части, либо и того и другого [3].

Мировое производство ПАВ постоянно возрастает, причем доля неионогенных ПАВ в общем выпуске все время увеличивается [4,5]. ПАВ широко используются при приготовлении моющих средств [6], эмульгаторов [7] и очистки промышленных сточных вод [8]. Особое внимание при разработке новых ПАВ все больше и больше уделяется производству ПАВ с линейным строением молекул, которые легко подвергаются биохимическому разложению в природных условиях и не загрязняют окружающую среду. Олигомерные ПАВ — это особый класс ПАВ, молекулы которых состоят из нескольких повторяющихся звеньев (олигомеров). В отличие от мономерных ПАВ, они обладают

уникальными свойствами, такими как: повышенная поверхностная активность благодаря увеличенной молекулярной массе и специфической структуре; стабильность в растворах дает возможность образовывать устойчивые мицеллы даже при низких концентрациях; меньшая токсичность по сравнению с традиционными ПАВ, что делает их перспективными для биомедицины и экологичных технологий; способность к самоорганизации, которая позволяет формировать сложные надмолекулярные структуры [9]. Олигомерные ПАВ находят применение в нефтедобыче, медицине, косметике и других отраслях [10-14].

Целью работы является получение новых неионогенных поверхностно-активных веществ олигомерного типа, определение их структуры и физико-химических параметров, в том числе поверхностной активности и удельной электропроводности.

Экспериментальная часть

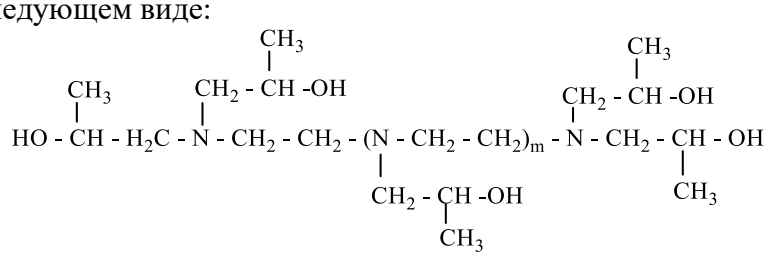
ИК-спектры записывали на ИК-Фурье-спектрометре ALPHA (Bruker) с использованием дисков NaCl. Пропиленоксид (99%) – продукция «Азерхимия». Полиэтиленполиамин производства ООО «Химпром-М» (Россия), со степенью чистоты более 96%.

Для измерения поверхностного натяжения на межфазной границе вода-воздух в присутствии олигомерных ПАВ использовали высокоточный тензиометр KSV Sigma 702 (Финляндия), с применением кольца Дью-Нуи. Приготовление рабочих растворов и измерения проводились по методике, описанной в [15]. Поверхностное натяжение дистиллированной воды, используемой для приготовления растворов, равна 72.0±0.2 мН/м при 20 °С.

Удельную электропроводимость олигомерных ПАВ определяли кондуктометром “Anion 4120” (Россия). Диапазон измерения - от 10^{-4} См/м до 10 См/м, температура измерения - 0-100 ºС. Предел допускаемой основной относительной погрешности при измерении составляет± 2 %. Приготовление рабочих растворов и измерения проводились по методике, приведенной в [16]. Значение удельной электропроводности дистиллированной воды, используемой для приготовления растворов, колеблется в интервале 3-5 мкСм/см.

Результаты и обсуждение

Олигомерные ПАВ были синтезированы методом оксипропилирования полиэтиленполиамина с помощью пропиленоксида в мольных соотношениях 1:8, 1:9 и 1:10. Синтез проводился в плоскодонной колбе при интенсивном перемешивании на магнитной мешалке в течение 7–8 часов при комнатной температуре. В результате синтезированы продукты олигомерной природы, со степенью оксипропилирования (n), равной, соответственно, n = 8, n = 9 и n = 10 (n=m+4), конечная формула которых может быть описана в следующем виде:



Структура полученных продуктов подтверждена методом ИК-спектроскопии. На рис.1 представлен спектр продукта со степенью оксипропилирования n = 8. В спектре имеются следующие полосы поглощения ν, $см^{-1}$: 3388 ν (O-H), 2964, 2929, 2875 и 2815 ν (C-H), 1453, 1370 и 1330 δ (C-H), 1295 ν (C-N), 1132 и 1057 ν (C-O).

Синтезированные олигомерные ПАВ очень хорошо растворяются в дистиллированной воде. Исследована поверхностная активность их водных растворов. Результаты исследования приведены ниже:

ПАВ со степенью оксипропилирования, n = 8, мН/м: 0.01% - 54.9, 0.025% - 55.4, 0.05% - 54.5, 0.075% - 52.5, 0.1% – 51.7, 0.2% - 50.9, 0.3% - 50.3, 0.5% - 48.7, 0.7% - 46.5, 1.0% - 45.2, 2.0% - 43.8, 3.0% - 41.9, 4.0% - 41.5, 5.0% - 41.3;

ПАВ со степенью оксипропилирования, n = 9, мН/м: 0.01% - 46.4, 0.025% - 47.5, 0.05% - 48.3 0.075% - 50.9, 0.1% – 47.3, 0.2% - 45.5, 0.3% - 46.7, 0.5% - 45.8, 0.7% - 44.2, 1.0% - 42.6, 2.0% - 42.4, 3.0% - 42.2, 4.0% - 42.2, 5.0% - 41.5;

ПАВ со степенью оксипропилирования, n = 10, мН/м: 0.01% - 55.2, 0.025% - 52.3, 0.05% - 45.6, 0.075% - 49.4, 0.1% – 47.5, 0.2% - 46.4, 0.3% - 45.5, 0.5% - 43.9, 0.7% - 43.8, 1.0% - 43.4, 2.0% - 40.8, 3.0% - 40.8, 4.0% - 40.4, 5.0% - 40.2.

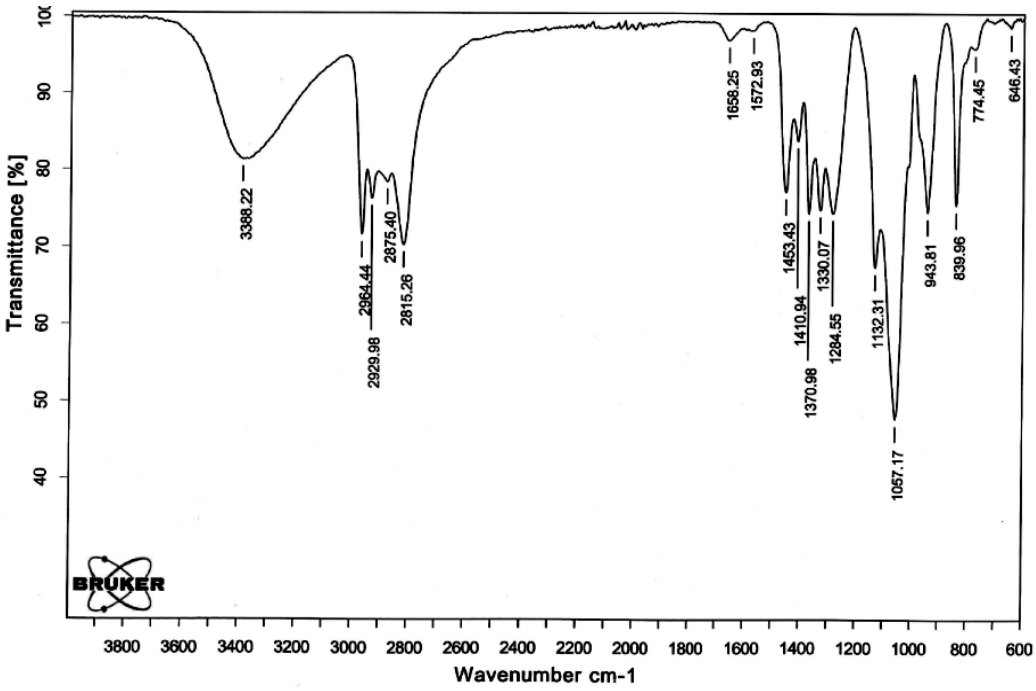


Рис. 1. ИК-спектр оксипропилированного полиэтиленполиамина со степенью оксипропилирования, равной 8

Изучение поверхностного натяжения на границе раздела вода-воздух показывает, что синтезированные олигомерные ПАВ обладают высокой поверхностной активностью. Необходимо отметить, что это свойство усиливается по мере увеличения степени оксипропилирования. Самое низкое поверхностное натяжение демонстрирует 5.0%-ный водный раствор олигомерного ПАВ со степенью оксипропилирования, равной 10. В этом случае значение поверхностного натяжения снижается с 72.0 (без ПАВ) до 40.2 мН/м.

Удельная электропроводность 0.5%-ных водных растворов олигомерных ПАВ при 20°C, определенная кондуктометрическим методом, равна соответственно 58.7, 56.8 и 54.8 мкСм/см, а для 1.0%-ных растворов, соответственно: 98.0, 94.3 и 90.0 мкСм/см. Необходимо отметить, что удельная электропроводность дистилированной воды составляет 3-4 мкСм/см. Как видно, по мере увеличения степени оксипропилирования удельная электропроводность, в целом, снижается.

ВЫВОД

Осуществлена реакция оксипропилирования полиэтиленполиамина с помощью пропиленоксида при трех мольных соотношениях. Получены олигомерные продукты со степенью оксипропилирования, равной n = 8, n = 9 и n = 10. Структура этих веществ подтверждена методом инфракрасной спектроскопии. Выявлена хорошая растворимость этих веществ в дистиллированной воде. Методом тензиометрии на границе воздух-вода, с применением кольца Дью Нуи определена высокая поверхностная активность этих олигомеров. Они снижают поверхностное натяжение воды при 20°C с 72.0 мН/м до 40.2 мН/м. Удельная электропроводность водных растворов полученных олигомерных ПАВ, определенная кондуктометрическим методом при двух концентрациях, колеблется в интервале 54.8-98.0 мкСм/см. Выявлено, что с увеличением степени оксипропилирования исследуемых веществ их поверхностно-активные свойства улучшаются, тогда как удельная электропроводность уменьшается.

ЛИТЕРАТУРА

1. TF Tadros, An Introduction to Surfactants; Walter de Gruyter: Wokingham, UK, 2014; ISBN 978-3-11-031213-3.
2. M Rosen, J Kunjappu, Surfactants and Interfacial Phenomena Index, 4th ed.; John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, SA, 2012.
3. KR Lange, Surfactants: synthesis, properties, analysis, application, St. Petersburg, Profession, 2007, 240 p. (in Russian).
4. Y Lang, J Zhou, H Liang, et al. Synergistic effects of nonionic surfactants ethoxylated alkylamines and sodium dodecyl sulfate in mixed systems, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, Volume 694, 134192, 5 August 2024. https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2024.134192
5. Y He, Z Bi, Q Zhang, et al. Synthesis and properties of Isononyl-Extended Multibranched alcohol polyether nonionic surfactants, *Langmuir*, ACS February 19, 2025. https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.4c04608
6. S Liu, C Hu, J Huang, Y Yan, Fluorescent polyion complex for the detection of sodium odecylbenzenesulfonate, *Polymers*,10, 657, 2018. https://doi.org/10.3390/polym10060657
7. LD Rhein, M Schlossman, A O'Lenick, P Somasundaran, Surfactants in Personal Care Products and Decorative Cosmetics, 3rd ed.; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2006; ISBN 9781574445312.
8. P Van der Meeren, W Verstraetet, Surfactants in relation to bioremediation and wastewater treatment, *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 1, 624–634, 1996. https://doi.org/10.1016/S1359-0294(96)80100-2

9. W Xudong, L Zhaoting, X Jingjing, et al. Development and Application of a Oligomeric Emulsifier with High-Temperature Resistant. *Chem Technol Fuels Oils* 60, 1069–1076, 2024. https://doi.org/10.1007/s10553-024-01768-w
10. M Lavanya, AA Machado, Surfactants as biodegradable sustainable inhibitors for corrosion control in diverse media and conditions: A comprehensive review, *Science of The Total Environment*, Volume 908, 15, 168407, January 2024. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168407
11. Y Xiong, M Cao Application of surfactants in corrosion inhibition of metals, *Current Opinion in Colloid & Interface Science* Volume 73, 101830, October, 2024. https://doi.org/10.1016/j.cocis.2024.101830
12. K Babu, N Pal, VK Saxena, et al. Synthesis and characterization of a new polymeric surfactant for chemical enhanced oil recovery. *Korean J. Chem. Eng*., 33, 711–719, 2016. https://doi.org/10.1007/s11814-015-0186-8
13. SO Badmus, HK Amusa, TA Oyehan, et al. Environmental risks and toxicity of surfactants: overview of analysis, assessment, and remediation techniques. *Environmental Science and Pollution Research.* 28, 62085–62104, 2021. https://doi.org/10.1007/s11356-021-16483-w
14. H Cortés, H Hernández-Parra, SA Bernal-Chávez, et al. Non-Ionic Surfactants for Stabilization of Polymeric Nanoparticles for Biomedical Uses. *Materials*, 14(12), 3197; 2021. https://doi.org/10.3390/ma14123197
15. Kh A Mammadova, NI Mursalov, RA Rahimov, GA Ahmadova, Inhibitory effect of cocogem surfactants based on C_{18} carboxylic acids on corrosion of carbon mild steel in CO_2 medium. *Arabian Journal for Science and Engineering*, Volume 49, 8383–8397, 2024. https://doi.org/10.1007/s13369-024-08868-z
16. RA Rahimov, GA Ahmadova, KhA Huseynova, et al. Synthesis, aggregation, and biocidal properties of N-2-hydroxypropyl piperidine based cationic surfactants. *Journal of Molecular Liquids*, 344, 117783, 2021 https://doi.org/10.1016/j.molliq.2021.117783

XÜLASƏ

Oliqomer səthi-aktiv maddələr (SAM-lar) - molekulları bir neçə təkrarlanan manqalardan ibarət olan SAM-ların xüsusi sinfidir. Monomer SAM-lardan fərqli olaraq, onlar unikal xüsusiyyətlərə malikdirlər. Artan molekulyar kütləsi və spesifik quruluşu sayəsində onlar daha yüksək səthi aktivlik nümayiş etdirirlər; məhlullarında stabillik hətta aşağı qatılıqlarda da davamlı misellalar əmələ gətirməyə imkan verir; onlar ənənəvi SAM-lardan daha az zəhərlidirlər, bu da onları biotibb və yaşıl texnologiyalarda istifadəsini daha perspektivli edir; onların öz-özünü təşkil etmə qabiliyyəti mürəkkəb supramolekulyar quruluşlar yaratmağa imkan verir. İşin məqsədi oliqomer tipli qeyri-ionogen SAM-ların alınması, onların strukturunun və fiziki-kimyəvi parametrlərinin, o cümlədən səth aktivliyinin və xüsusi elektrik keçiriciliyinin müəyyən edilməsidir. Müxtəlif molyar nisbətlərdə götürülmüş polietilenpoliamin və propilen oksidi əsasında qeyri-ionogen tipli oliqomer SAM-lar sintez edilmişdir. Reaksiyalar otaq temperaturunda maqnit qarışdırıcı vasitəsilə güclü qarışdırmaqla aparılmışdır. Bu məhsulların ən mühüm fiziki və kimyəvi parametrləri müəyyən edilmişdir. Alınan maddələrin strukturu infraqırmızı spektroskopiyadan istifadə etməklə müəyyən edilmişdir. Sintez edilmiş oliqomer SAM-ların hava ilə sərhəddə səthi aktivliyini təyin

etmək üçün onların geniş qatılıq diapazonunda sulu məhlulları (0.01-5.0%) hazırlanmışdır və klassik üsulla yüksək dəqiqlikli tensiometrdən - Dyu Nuyi halqasından istifadə etməklə öyrənilmişdir. Onların yüksək səthi aktivliyi müəyyən edilmişdir. Konduktometriya üsulu ilə xüsusi elektrik keçiriciliyini müəyyən etmək üçün oliqomer tipli qeyri-ionogen SAM-ların 0.5 və 1.0% sulu məhlulları hazırlanmış və göstəricilər ionomerdən istifadə edərək qeyd edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, alınan maddələrin oksipropilləşmə dərəcəsi artdıqca səthi-aktiv xassələri artmış, xüsusi elektrik keçiriciliyi isə azalmışdır. Bu tip oliqomer SAM-lar emulqatorlar, demulqatorlar, korroziya inhibitorları, neft hasilatını artırmaq üçün reagentlər kimi müxtəlif sənaye sahələrində, həmçinin tibb, kosmetika və digər sahələrdə geniş istifadə olunur.

Açar sözlər: polietilenpoliamin, propilen oksidi, oksipropilləşmə, səthi aktivlik, xüsusi elektrik keçiriciliyi.

ABSTRACT

Oligomeric surfactants are a special class of surfactants whose molecules consist of several repeating units. Unlike monomeric surfactants, they possess unique properties. Due to their increased molecular weight and specific structure, they exhibit enhanced surface activity. Their stability in solutions enables the formation of stable micelles even at low concentrations. Additionally, they are less toxic than traditional surfactants, making them more suitable for use in biomedicine and green technologies. Their ability to self-organize allows for the formation of complex supramolecular structures. The aim of this work is to obtain nonionic surfactants of the oligomeric type and determine their structure and physicochemical parameters, including surface activity and specific electrical conductivity. Oligomeric surfactants of the nonionic type were synthesized based on polyethylenepolyamine and propylene oxide, taken in different molar ratios. The reactions were carried out with vigorous stirring on a magnetic stirrer at room temperature. The most important physical and chemical parameters of these products were determined. The structure of the obtained substances was identified by infrared spectroscopy. The surface activity of working aqueous solutions of the synthesized oligomeric surfactants, prepared in a wide range of concentrations (0.01–5.0%), at the air–solution interface was studied using a classical method involving a high-precision tensiometer and a Du Nouy ring. High surface activity was observed. To determine the specific electrical conductivity using the conductometric method, 0.5% and 1.0% aqueous solutions of the nonionic oligomeric surfactants were prepared, and the values were recorded using an ion meter. It was found that as the degree of oxypropylation of the obtained substances increased, their surface-active properties improved, while their specific electrical conductivity decreased. Oligomeric surfactants of this type are widely used in various industries as emulsifiers, demulsifiers, corrosion inhibitors, reagents for enhanced oil recovery, as well as in medicine, cosmetics, and other areas.

Key words: polyethylenepolyamine, propylene oxide, oxypropylation, surface activity, specific electrical conductivity

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0388

TƏRƏVƏZ MƏNŞƏLİ PEKTİN POLİSAXARİDLƏRİ VƏ HİDROLİZ EKSTRAKSİYASI

Adıgözəlova Sevda Həsən qızı
"Tərəvəzçilik Elmi Tədqiqat İnstitutu" phş
Emal, saxlama və keyfiyyət laboratoriyasının müdiri, Bakı, Azərbaycan
e-mail: s.adigozalova63@gmail.com, ORCİD 0009-0000-5643-6792

XÜLASƏ

Ətraf mühitin ağır metallarla və radioaktiv maddələrlə çirklənməsi, həmçinin qida sənayesində suni qida əlavələrinin normadan çox tətbiq olunması indiki dövrdə sağlamlığın pozulmasına, qida mənşəli xəstəliklərin artmasına səbəb olan əsas faktorlar olduğundan, nutrisioloqlar problemin həllini sağlam qidalanmada, o cümlədən orqanizmin toksinlərdən təmizlənməsinində görür, hazırda bütün dunyada pektin təyinatlı funksional qida məhsullarının tətbiqinin getdikcə genişlənməsi də bununla əlaqədardır və pektin polisaxaridinin orqanizmdən ağır metal ionlarını və digər toksinləri kənarlaşdırmaq, qanın tərkibində şəkərin, xolesterenin səviyyəsini nizamlamaq, maddələr mübadiləsini tənzimləmək kımı funksional xüsusiyyətlərinin olmasına əsaslanır, bu da ondan ənənəvi qida məhsullarının tərkibində sağlam qida komponenti kimi istifadə imkanlarına yol açır, bu zaman əlavə edilən pektinin miqdarı ilə yanaşı, onun xassələri də mühüm əhəmiyyət kəsb edir, burada nəzəri məlumatlara əsaslanaraq pektinin efirləşmə dərəcəsinin və molekul kütləsinin, sərbəst karboksil qruplarının miqdarının əsas göstəricilər olduğunu, bu göstəricilərin pektinin profilaktik xassələrinə təsir edərək xammal mənbəyindən və alınma üsulundan asılı olaraq dəyişdiyini, tərəvəz mənşəli pektin maddələrində efirləşmə dərəcəsinin zəif, molekul kütləsinin kiçik olmasına rəğmən kompleks əmələ gətirmə kimi funksionallıq xüsusiyyətlərinin, yəni orqanizmdən ağır metalları çıxartmaq xüsusiyyətinin diğər bitkiçilik məhsullarından daha yüksək oldması nəzərə alınaraq tədqiqat işləri bu istiqamətdə qurulmuş, müəyyən olunmuşdur ki, bu məsələnin həlli istiqamətlərindən biri pektinə malik bitki mənşəli məhsullardan müalicəvi - profilaktiki xüsusiyyətləri yüksək olan pektin istehsalıdır, bununla belə bu polisaxaridin, xüsusilə yerli tərəvəz məhsullarından alınmasının nəzəri əsasları kifayət qədər öyrənilməmişdir, odur ki, ilk dəfə olaraq respublikamızda istehsal olunan tərəvəzlər tədqiqat obyekti seçilərək pektinin miqdarı, xammalın ilkin emalı da daxil olmaqla texnoloji işlənmə xüsusiyyətləri, saxlama və emalda pektinin məhsulda daha yaxşı qalma imkanları tədqiq edilmiş, pektin polisaxaridlərinin xammaldan ekstraksiyasının intensivləşdirilməsinə, təbii strukturunun qorunub saxlanmasına təminat verən təkmilləşdirilmiş texnologiya təklif edilmiş, metalçəkiçiliyi tədqiq ediərək ekstraksiya prosesi riyazı modelləşdirilmişdir, nəticə olaraq, ölkəmizdə yerli şəraitdə istehsal olunan tərəvəzlərdən turşu hidrolizi ilə dinamik rejimdə profilaktik xüsisiyyətə malik pektin istehsalı ilə bağlı problemin həlli edən, iqtisadi cəhətdən səmərəli təkmilləşdirilmiş texnologiya təklif edilmişdir.

Açar sözlər: Tərəvəz, pektin, ekstraksiya, efirləşmə dərəcəsi,funksional qida.

GİRİŞ

Qidalanma canlı orqanizmin həyat və sağlamlığını qoruyan vacib fizioloji aktdır. Xəstəliklərin müalicəsində və bədənin möhkəmləndirilməsində qida məhsullarından istifadə

edilməsi insanlara hələ antik dövrdən məlumdur. Deməli, qida və qidalanma problemi cəmiyyətin inkişafının bütün dövrlərinə xasdır. Cəmiyyətin inkişafının müxtəlif dövrlərində yaşamış böyük şəxsiyyətlərin və dahi filosofların sağlamlığın qorunmasında qidalanmanın əhəmiyyəti haqqında fikirləri maraqlıdır: Məhəmməd Peyğəmbər (s.ə.v.) "Bütün fəsadların yuvası mədədir, bütün dərdlərin çarəsi pəhrizdir", Hippokrat "Qoy yemək dərmanınız olsun, əks halda dərman yeməyiniz olar,"Amerikalı alim Pol Breqqer "biz nə yeyiriksə oyuq". Onlar meyvə və tərəvəz kimi canlı qidaların insana həm mənəvi, həm də cismani sağlamlıq gətirdiyini bu qidalara üstünlük verilməsini tövsiyə etmişlər. Orta əsr müdrik təbiblərdən biri olan İbn Sina sağlamlığı qorumaq sənətində bədənin toksinlərdən təmizləməsini vacib hesab etmişdir. Cəmiyyətin, elm və texnologiyaların sonrakı inkişafı prosesində əczaçılıq sənayesinin inkişafı ilə əlaqədar "Qida dərman kimi" fəlsəfəsi nisbətən arxa plana keçə də, buna baxmayaraq sağlamlığın profilaktikasında indiki dövrə qədər bu fəlsəfə öz liderliyini saxlamaqdadır [4, s.27; s.363].

Qidalanma haqqında qəbul olunmuş yeni konsepsiyanın əsasını "prebiotiklər və funksional qidalanma" proqramı təşkil edir. Bu konsepsiyaya görə qida orqanizmi enerji ilə təmin etməklə yanaşı onun sağlamlığında da mühüm rol oynamalıdır. Tərəvəzlərdə nutrientlər optimal nisbətdə olur. Məlum olmuşdur ki, tərəvəzlərin qida rasionuna daxil edilməsi, orqanizmdən zərərli maddələrin kənarlaşmasına kömək edir. Qidalanma ilə müalicəni elmlə əlaqələndirərək, yüzilliklər ərzində dunya alimlərinin əldə etdiyi bilikləri Yaponiya sistemləşdirərək keçən əsrin 80-ci illərində ilk funksional qida məhsullarını yaratdı və hal-hazırda da bu ölkə funksional qidalanma və uzunömürlülük üzrə dünyada liderdir [3, s.5; s.9].

Hazırda ölkəmizdə də əhalinin sağlamlığının qorunması, sağlam həyat tərzinin formalaşdırılması, təbliği və inkişaf etdirilməsi perspektiv istiqamətlərdən olmaqla dövlət nəzarəti altındadır. Bir sıra dövlət sənədlərində, o cümlədən "Azərbaycan Respublikasında qida təhlükəsizliyinin təmin edilməsinə dair 2019-2025–ci illər üçün Dövlət Proqramında" *2025–ci ilədək əhalinin sağlam və təhlükəsiz qida ilə təmin edilməsi, eyni zamanda qida mənşəli xəstəliklərin azaldılması"*nəzərdə tutulur [4, s.5].

Buna uyğun olaraq AZS 938:2023 "Qida məhsulları. Funksional qida məhsulları. Termin və təriflər" standartı (müəllif tərəfindən) işlənmiş və Azərbaycan Standartlaşdırma İnstitutu publik hüquqi şəxs tərəfindən təsdiq edilərək Azərbaycan Dövlət Standartı kimi qeydiyyata alınmışdır. Mövcud standarta əsasən funksional qida məhsulları (*functional food***)** əhalinin bütün yaş qrupları üçün nəzərdə tutulmaqla, qidalanmada gündəlik fizioloji tələbata uyğun müntəzəm istehlak edilməklə elmi əsaslandırılmış və təsdiq edilmiş xüsusiyyətlərə malik, qidalanma ilə bağlı xəstəliklərin inkişaf riskini azaldan, tərkibində fizioloji funksional qida komponentləri olduğundan sağlamlığı qoruyan və yaxşılaşdıran xüsusi qida məhsullarına deyilir [1].

Hazırda pektinlərin xassələrinin öyrənilməsi xüsusi yer tutur. Pektinlər α - 1, 4 əlaqəli D – qalakturon turşusu və α – 1,2 – ramnoz vahidlərindən, həmçinin 15 -ə qədər neytral şəkərlərdən ibarət polisaxaridlərdir. Pektinlər bitkilərin, əsasən də, meyvə və tərəvəz məhsullarının hüceyrə divarlarında həll olmayan protopektin və hüceyrə şirəsində həll olan pektin şəkildə olur, hüceyrələri bir – birinə bağlayır. Təbiətdə ən çox yayılan biopolimerlərdən biridir. Bitkilərin həyat fəaliyyətində də mühüm rol oynayır, su-duz mübadiləsini, saxlanmanı tənzimləyir, don və quraqlıqdan qoruyur, həmçinin hüceyrə divarlarının elastikliyini və möhkəmliyini təmin edir [5, s.20; 6, c. 701-707; 7, c. 1-17; 8, p. 1232-1239].

Pektin ("*yunanca pektos-donmaq"*) bitki hüceyrəsindən ilk dəfə 1825-ci ildə fransız kimyaçısı Henri Brakonnot tərəfindən təcrid edilmişir [9, c. - 218-223; 7, c.17].

Pektin polisaxaridləri qiymətli "qida lifləri" olmaqla geniş spektrdə bioloji aktivliyə, gel və

kompleksyaratma qabiliyyətinə malikdirlər. Xammal mənbəyi kimi pektin meyvələrdə daha çoxdur və yüksək dərəcədə metilləşmiş pektinlər (eterifikasiya dərəcəsi>50%) olduğundan onlarda jele əmələ gətirmə xüsusiyyəti daha yüksəkdir. Tərəvəzlərdə olan pektinlər isə az metilləşmiş pektinlərdir (eterifikasiya dərəcəsi <50%) və kompleks əmələ gətirmə xüsusiyyətinin yüksək olması ilə fərqlənirlər. Jele əmələ gətirmə xüsusiyyəti isə yalnız Ca^{+2} ionları "körpu" rolunu oynadığı zaman meydana gəlir. Tərəvəzlərdə olan pektinlər zəif efirləşmə dərəcəsinə malik olduğundan, onlarda sərbəst karboksil qrupları çox, ağır metal ionlarını özlərinə birləşdirmək qabiliyyəti, müalicə-profilaktik xüsusiyyəti də yüksək olur.

Hazırda orqanizmi toksinlərdən təmizləmək baxımından tərəvəzlərdən xammal kimi istifadə edərək funksional qidalar hazırlamaq, pektin almaq daha aktual hesab olunur.

Molekullararası rabitələr (qlukozit tipli kovalent rabitələr) möhkəm olduğundan pektinin hüceyrədən təcrid edilməsi, alınması çətin bir prosesdir. Pektin mənbələrindən pektinin alınması müxtəlif hidroliz agentlərinin köməyi ilə ekstraksiya üsuluna əsaslanır.

Xammal mənbəyi ilə yanaşı hidrolizedici agent və ekstraksiya prosesinin parametrləri - hidromodul, pH, temperatur və prosesin davametmə müddəti də pektin çıxımına, onun xassələrinə təsir edir. Pektin polisaxaridlərinin çox hissəsi xammalda protopektin halında olduğundan onun alınmasını iki mərhələdə - hidroliz və ekstraksiya mərhələsində aparilması zərurətini yaradır. Hidroliz mərhələsi və ekstraksiya mərhələsi bir mərhələdə birləşərək hidroliz-ekstraksiyani təşkil edir. Burada eyni zamanda protopektinin pektinə parçalanması və xammaldan məhlula diffuziyası baş verir. Müxtəlif xammal mənbələrində bitkilərin hüceyrə divarının membran müxtəlifliyi protopektinin hidroliz ekstraksiyasının müxtəlif şəkildə cərəyan etməsinə səbəb olur.

Hidroliz-ekstraksiyanın temperaturu polisaxaridlərin çıxımına və keyfiyyətinə təsir edir. Pektinin həll olmayan formadan həll olan formaya keçməsi T=60°C-də başlayır. Temperaturun artırılması hidroliz-ekstraksiya prosesini xeyli intensivləşdirir, ancaq T>105°C-də pektinin makromolekulunun deqradasiyası – quruluşunun və xassələrinin dəyişilməsi prosesi başlayır [7, s.17]. Odur ki, pektin polisaxaridlərinin xassələrini qoruyub saxlamaq üçün bitki xammalının hidroliz ekstraksiyasının yüksək temperaturda aparılması tövsiyə olunmur. Pektin polisaxaridləri onların ağır metal və radionuklidlərin ionları ilə kompleks yaratmaq qabiliyyətinə görə tibb sənayesində geniş tətbiq edilir [6, c. 701-707].

Material və metodlar.

Tədqiqat işində istifadə olunan metodlar beynəlxalq, dövlətlərarası və ölkə standartlarına (TS, ГОСТ və AZS) əsaslanmaqla, konduktometrik, viskozimetrik maye xromatoqrafiya sistemli, korrelyasiya və differensial analiz, riyazi moddeləşdirilmə və çoxfaktorlu ekstremal eksperimentin planlaşdırılması, məlumatların emalında statistik analiz üsullarından istifadə edilmişdir:

- Təzə meyvələrdə, pürelərdə və konsentrat məhsul nümunələrinin tədqiqi standart və ümumi qəbul olunmuş metodlara əsaslanmışdır: Quru maddənin miqdarı termogravimetrik metodla (AZS 937:2023), ümumi turşuluq titrləmə yolu ilə (AZS ГОСТ:25555.0:2023), fəal turşuluq pH metrlə (ГОСТ 26180-84), pektinli içkilərdə orqanoleptik qiymətləndirmə (ГОСТ-29186), ümumi şəkərlər RA-130 markalı refraktometrlə, ekstraktiv maddələr ATAQO RX -5000 SX cihazı vasitəsiylə, mineralların təyini spektrometriya üsulu ilə (ГОСТ-33850-2016), nitratlar SOEKS markalı nitrat-testr vasitəsi ilə müəyyən edilmişdir. Mikrobioloji göstəricilər (ГОСТ 10444.12-2013), pektin maddələri kalsium-pektat üsulu ilə təyin olunmuşdur [2, s.30].

Nəticələr və onların müzakirəsi.

Tədqiqat işi "Tərəvəzçilik Elmi Tədqiqat İnstitutu" publik hüquqi şəxsin "Emal, saxlama və keyfiyyət" laboratoriyasında aparılmışdır. Tədqiqatın obyektini yerli şəraitdə becərilən tərəvəz sortları təşkil etmişdir. Tədqiqatın məqsədini tərəvəz pulpasından və emal qalıqlarından pektin maddəsinin alınmasının intensivləşdirilməsi və keyfiyyətinin saxlanmasını təmin edən üsulun işləyib hazırlanması və təcrid edilmiş pektinin fiziki – kimyəvi xassələrinin və struktur xüsusiyyətlərinin öyrənilməsidir. Bununla da zəngin xammal bazasına malik olmasına baxmayaraq ölkəmizdə qida və əczaçılıq sənayesinin profilaktik xüsusiyyətlərə malik pektinlə həlli təmin edilməsi probleminin və xarici bazarlardan asılılığının nisbətən aradan qaldırılmasının istiqamətini müəyyən etməkdir.

Yerli şəraitdə istehsal edilən tərəvəzlərin istifadə perspektivliyini nəzəri və praktiki cəhətdən isbat etmək və pektin alınmasının resursqoruyucu texnologiyasını təklif etməkdir.

Tədqiqatın elmi yeniliyini tərəvəz xammalından pektin alınması təkmilləşdirilmiş texnologiyasının əsaslandırılmasıdır. Təkmilləşdirilmiş texnologiyanın aparat təminatı üçün işlənmiş konstruktiv sxemin yeniliyi Azərbaycan Respublikasında Əqli Mülkiyyət Agentliyinin tabeliyində olan Patent və Əmtəə nişanlarının Ekspertizası Mərkəzi tərəfindən faydalı model olaraq təsdiq edilmişdir (F 2024 0018).

Funksional qida məhsullarının hazirlanması metodikasına uyğun olaraq tədqiqat işi xammal seçimindən başlayaraq şirə alınması üçün tərəvəz xammalı elmi cəhətdən əsaslandırılmış, ilkin xammal pektin və digər bioaktiv maddələrin miqdarı baxımından qiymətləndirilmiş, hər bir xammal növü üzrə texnoloji işlənmə xüsusiyyətləri tədqiq edilmiş, saxlamada və emalda pektinin məhsulda daha yaxşı qalma imkanları nəzəri və praktiki olaraq əsaslandırılmışdır.

Təkmilləşdirmə ideyası əsasında bitki xammalından pektin ekstraksiyasının intensivləşdirilməsi və təbii xassələrinin saxlanmasından ibarətdir.

Təkmilləşmə məqsədi ilə ekstraktora əlavə olunmuş elementlər məsələnin həllinə xidmət edir. Belə ki, sistemə ekstragent vericidən sonra konfuzor zonasının kompressorla əlaqələndirilməsi ekstragenin xammala nüfuz etməsinin artmasına, konfuzor seksiyadan sonra dərhal diffuzor seksiyasının vakuum-nasosla əlaqələndirilməsi bu seksiyada ekstraktın xammaldan ayrılma intensivliyinin artmasına kömək edir. Nəticədə xammaldan ekstraktın ayrılma intensivliyi artır, xammaldan daha tam şəkildə ekstrakt alınır və qurğunun saatlıq məhsuldarlığı artmış olur.

Pektin makromolekullarının hidrolizedici agentlə uzunmüddətli təması nəticəsində deqradasiyasının qarşısının alınmasının ən əlverişli yolu ekstraksiya olunmuş molekulların vaxtında izolə edilməsdir ki, buna da dinamik rejimdə nail olunur. Bu rejimdə digər rejimlərdə olan nöqsanlar (hidrolizedici agent və temperaturun bitki hüceyrələrinə həddindən çox təsiri deqradasiyasına və fiziki-kimyəvi parametrlərinin pisləşməsinə, əsas xassələrini itirməsinə gətirib çıxarır) aradan qaldırılır. Təklif edirəm ekstraktorda xammaldan səmərəli istifadə olunması, prosesin intensivləşdirilməsi və avadanlığın məhsuldarlığının artırılması hesabına iqtisadi səmərə əldə edilir. Müxtəlif hidroliz agentlərinin köməyi ilə ekstraksiya üsulu ilə alındıqdan sonra filtrasiya, ekstraktın qatılaşdırılması, pektinli maddələrin çökdürülməsi, onların ayrılması və qurudulması mərhələlərindən keçirilirmişdir.

Tədqiqatın sonrakı mərhələsində müxtəlif xammal mənbələrindən alınan pektinlərin standart metodika əsasında orqanoleptiki və fiziki-kimyəvi göstəriciləri qiymətləndirmiş, qalakturon turşu həlqələri, efirləşmə dərəcəsi və sərbəst karboksil qruplarının sayı, ağır metal və

toksin bağlayıcı xüsusiyyətləri müəyyən edilmiş, profilaktiki qidalanmada və qida sənayenin digər sektorlarında istifadə imkanları təhlil edilmişdir (cədvəl 1)

Cədvəl 1. Pektin nümunələrinin fiziki-kimyəvi göstəriciləri

Əsas göstəricilər	Müxtəlif pektin nümunələrində miqdarı				
	Alma	Sitrus meyvələri	Mətbəx çuğunduru	Göy qabaq	Patisson
Nəmliyi, %	9,2	10,3	9,0	8,7	8,5
Kül, %	1,25	1,50	1,71	1,20	1,10
pH	3,3	3,0	4,0	4,1	4,1
Gel əmələ gətirmə temperaturu, ^{0}C	78	82	75	52	52
Efirləşmə dərəcəsi, %	68	71	47	56	55
Sərbəst karboksil qruplarının kütlə payı, %	11,4	8,9	19,6	12,5	13,0
Ballast maddələrinin kütlə payı, %	16,1	17,0	27,0	16,0	16,5
Pektov turşusu, %	46,2	45,3	36,1	43,4	44,3
Özlülük (20^{0}C-də) Pa·san	4,4	3,4	3,6	4,2	4,5

Cədvəl 1-dən də göründüyü meyvə pektinləri ilə müqayisədə tərəvəz pektin nümunələrinin fiziki-kimyəvi göstəriciləri belə nəticəyə gəlməyə əsas verir ki, tərəvəz pektinləri dəyərli məhsuldur. Müəyyən olunmuşdur ki, hədəf məhsullarımız olan tərəvəz pektinləri aşağı efirləşmə dərəcəsinə və kiçik molekulyar kütləyə malikdirlər, suda az həll olunur, yalnız müvafiq şəraitdə bərkiyir, yaranan gelyaradan maddəyə qarşı davamlıdırlar.

Pektin nümunələrinin orqanoleptik (Cədvəl 2) göstəricilərinin qiymətləndirilməsi standarta uyğun (ГОСТ 29186 – 91) olaraq pektinin xarici görünüşünə, dadına, iyinə və rənginə görə aparılmışdır. Pektin bu standartın tələblərinə, müəyyən edilmiş sanitariya və texnoloji qaydalara uyğun olaraq istehsal olunur.

Cədvəl 2. Pektin nümunələrinin orqanoleptik göstəriciləri

Orqanoleptik göstəricilər	Pektin nümunələri			
	Alma	Sitrus	Çuğundur	Qabaq tərəvəzləri
Aqreqat halı	toz	toz	toz	toz
Rəngi	açıq-boz	çirkli-sarı	tünd-qəhvəyi	ağımtıl-boz
Dadı	turşməzə			
Iyi	yoxdur			

Bunun üçün məhsul nümunəsinin bir hissəsi ağ kağız üzərinə yerləşdirilərək güclü işıqlandırma (gün işığı və ya flüoresan işıqlandırma) altında hissəciklərin forması, rəngi və iyi, sonra isə dadı qiymətləndirilmişdir. Pektin əlavə edilmiş funksional təyinatlı tərəvəz içkilərinin resepti və hazırlanma texnoloji prosesi təhlil edilmiş, keyfiyyət göstəriciləri, qida dəyəri, təhlükəsizliyi və dayanıqlılığı əsaslandırılmış, istehsalat sınağı keçirilmiş və işin iqtisadi cəhətdən səmərəli olduğu müəyyən edilmişdir. hesablanmışdır.

Pektin makromolekulunun metal bağlama qabiliyyəti onlardan təbii enteresorbent kimi istifadə edilməsinə imkan verir. Bu baxımdan pektinlərin metal çəkiciliyinin öyrənilməsi olduqca vacibdir. Tədqiqatda suda şişən və suda həll olunan pektin polisaxaridlərindən istifadə olunmuşdur. Məhlulda mis və qurğuşun ionları konsentrasiyasını müəyyən etmək üçün titromek (kompleksometrik) üsuldan istifadə olunmuşdur.

Cədvəl 3. Müxtəlif üsullarla alınmış pektin maddələri nümunələrinin sorbsiya həcmləri

q, mq/q	Yerkökü pektin maddəsi			Gül kələmi pektin maddəsi			Qabaq pektin maddəsi			Kömür
	Statik rejim	Yüksək təzyiq və temperatur rejimi	Dinamik rejim	Statik rejim	Yüksək təzyiq və temperatur rejimi	Dinamik rejim	Statik rejim	Yüksək təzyiq və temperatur rejimi	Dinamik rejim	
Cu^{2+}	85,96	81,44	86,80	66,13	63,60	76,28	38,11	35,60	78,98	51,05
Pb^{2+}	323,04	277,41	533,98	162,03	150,10	190,46	124,32	107,55	219,58	150,06

Tədqiqat nəticəsində protopektinin parçalanma prosesinin optimal parametrlərinin aydınlaşdırılması əsasında pektin polisaxaridlərinin alınma texnologiyasının təkmilləşmə resursları aydınlaşdırılmışdır (cədvəl 3). Buna dinamik rejim, hidrolizedici maddə kimi turşu təsirini, parçalanma məhsullarının fasiləsiz olaraq fraksiyalaşdırılmasını, seçilmiş tərəvəz xammalının ilkin işlənməsini də aid etmək olar. Müəyyyən olunmuşdur ki, pektin polisaxaridlərinin sorbsiya qabiliyyəti sərbəst karboksil qrupları miqdarı və eterifikasiya dərəcəsindən asılıdır.

Pektin insan orqanizmi üçün çox faydalıdır və orqanizmdən ağır metalları, bütün zəhərləri çıxardır. Buna görə pektinə orqanizmin sanitarı da deyilir və pektin ana təbiətin bizə bəxş etdiyi ən faydalı təbii dərmanı, böyük hədiyyəsidir.

Nəticələr. Tədqiqat nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, yerli şəraitdə becərilən tərəvəzlər - mətbəx çuğunduru, yerkökü, göy qabaq, patisson və müxtəlif pomidor sortları pektinin kifayətləndirici miqdarına malik olduğu və onların tərəvəz əsaslı funksional içkilərin istehsalında istifadə imkanları elmi cəhətdən əsaslandırılmışdır.

Təkmilləşmə ideyası və ekstraksiya prosesinin modelləşməsi layihələndirmə əsasında ekstraktorda konfuzor zonasını kompressorla, dərhal sonra diffuzor seksiyasını vakuum-nasosla əlaqələndirilməklə turşu hidrolizi ilə dinamik rejimdə protopektinin parçalanma prosesinin öyrənilməsini, rasional texnoloji şərtləri aydınlaşdırmağa, prosesi pektin çıxımının və keyfiyyətinin artırılmasına yönəltməyə imkan yaradır.

Yerli tərəvəz xammalından ekstraksiya olunmuş pektinlərin fiziki-kimyəvi xassələrinin və metalçəkiciliyinin öyrənilməsi, onların zəif efirləşmə dərəcəsinə və aşağı molekul kütləsinə malik olub kompleks əmələ gətirmə kimi funksionallıq xüsusiyyətlərinin yüksək olmasını göstərir. Bu da tərəvəz pektinlərdən funksional içkilərin hazırlanmasında, qida və tibbi sənayenin digər sahələrində istifadə imkanlarını aydınlaşdırmağa imkan verir.

ƏDƏBİYYAT

1. AZS 938:2023 Qida məhsulları. Funksional qida məhsulları. Termin və təriflər // - Bakı: AZSTAND, Standartlar kataloqu, - 2023, – 8 s.
2. E.B Fərzəliyev,. Qida məhsullarının müasir tədqiqat üsulları / E.B.Fərzəliyev. – Bakı: ”İqtisad Universiteti” Nəşriyyatı, - 2014. - 365 s.

3. F.N. Cəfərov, Funksional qida məhsullarının texnologiyası / F.N.Cəfərov, H.K.Fətəliyev; - Bakı: Elm nəşriyyatı, - 2014. - 384 s.
4. H.K.Fətəliyev,.Qidalanma və sağlamlıq H.K.Fətəliyev. - Bakı: Elm, - 2023.384 s.
5. İ. Yıldırım, İ. Domatesin hasat sonrası fizyolojisi və soğukta muhafazası / İ.Yıldırım. - Antalya: Tarım ve orman bakanlığı tarmasal araştırmalar ve politikalar genel muzdurluğu Batı Akademik tarımsal araştırma enstitüsü yayınları Batı Akdeniz Enstitütüsu, - 2020. - 218 s.
6. Г.В.Жматова, Г.В. Методы интенсификации технологических процессов экстрагирования биологически активных веществ из растительного сырья / Г.В. Жматова, А.Н.Нефедов, А.С.Гордеев [и др.] // Вестник ТГТУ, - М.:– 2005, Т.3, №3, - с. 701-707.
7. Л.В. Донченко Функциональные продукты питание / Л.В.Донченко. – М.: Изд-во Юрайт, - 2019. - 176 с.
8. Pectins from Canna edulis Ker residue and their physicochemical characterization / J.Zhang, Z.W.Wang, W.J.Yu [et all.] // Carbohydrate Polyumers.-2011, vol. 83, №3.-p. 1232-1239.
9. С.Г. Адыгезалова, Основные функциональные свойства пектиновых полисахаридов
в овощном сырье // - Нижнивортовск: «Бюллетен науки и практики», зарегистрированный в России научный журнал, – 2022, Vol 8, № 5, - с. - 218-223.

РАСТИТЕЛЬНЫЕ ПЕКТИНОВЫЕ ПОЛИСАХАРИДЫ И ГИДРОЛИЗНАЯ ЭКСТРАКЦИЯ

Адигозелова С.Х.

Научно-исследовательский институт овощей Баку, Азербайджан
e-mail: s.adigozalova63@gmail.com, ORCİD 0009-0000-5643-6792

РЕЗЮМЕ

Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами и радиоактивными веществами, а также чрезмерное использование искусственных пищевых добавок в пищевой промышленности являются основными факторами, приводящими к ухудшению здоровья и росту заболеваний пищевого происхождения, решение проблемы диетологи видят в здоровом питании, включая очищение организма от токсинов. В его основе лежат такие функциональные свойства, как регуляция и регулирование обмена веществ, что открывает путь для его использования в качестве компонента здорового питания в традиционных пищевых продуктах. Здесь, исходя из теоретических данных, основными показателями являются степень этерификации и молекулярная масса пектина, количество свободных карбоксильных групп, эти показатели влияют на профилактические свойства пектина и изменяются в зависимости от источника сырья и способа получения, степень этерификации у растительных пектиновых веществ слабая, несмотря на малую молекулярную массу, функциональные свойства, такие как комплекс образование, т. е. свойство выведения тяжелых металлов из организма, выше, чем у других растительных продуктов, установлены и определены научные исследования в этом направлении. что одним из путей решения этой проблемы является производство пектина с высокими лечебными и профилактическими свойствами из пектин содержащей растительной продукции, однако теоретические основы получения этого полисахарида, особенно из местной растительной продукции, недостаточно изучены, то есть впервые в качестве объекта исследования были выбраны овощи, производимые в нашей республике, изучено количество пектина, особенности технологической обработки,

включающей первичную обработку сырья, возможности лучшего сохранения пектина в продукте при хранении и переработке, предложена усовершенствованная технология, обеспечивающая интенсификацию извлечения пектиновых полисахаридов из сырья и сохранение их естественной структуры, математически смоделирован процесс экстракции с помощью изучения металлургии, в результате - кислотный гидролиз из овощей, производимых в нашей стране. Местные условия предложена экономически эффективная усовершенствованная технология, решающая задачу получения пектина с профилактическими свойствами в динамическом режиме.

Ключевые слова: Овощи, пектин, экстракция, степень этерификации, функциональное питание.

VEGETABLE ORIGINAL PENCIL POLYSACCHARIDES AND HYDROLYSIS EXTRACTİON

Adigozalova S.H.
Scientific Research Institute of Vegetable Growing
e-mail: s.adigozalova63@gmail.com, ORCİD 0009-0000-5643-6792

SUMMARY

Since environmental pollution with heavy metals and radioactive substances, as well as the excessive use of artificial food additives in the food industry, are the main factors leading to health deterioration and an increase in food-borne diseases in the present era, nutritionists see the solution to the problem in healthy nutrition, including cleansing the body of toxins. Currently, the increasing use of pectin-based functional food products around the world is also related to this, and it is based on the functional properties of pectin polysaccharide, such as removing heavy metal ions and other toxins from the body, regulating blood sugar and cholesterol levels, and regulating metabolism. This opens up the possibility of using it as a healthy food component in traditional food products. In this case, in addition to the amount of added pectin, its properties are also of great importance. Here, based on theoretical data, the degree of esterification of pectin, molecular weight, and the amount of free carboxyl groups are the main indicators, and these indicators affect the preventive properties of pectin and change depending on the source of raw materials and the method of production. Considering that the degree of esterification of pectin substances of vegetable origin is weak and despite the small molecular weight, the functional properties such as complex formation, i.e. the ability to remove heavy metals from the body, are higher than those of other plant products, research studies were conducted in this direction. It was determined that one of the directions for solving this issue is the production of pectin with high therapeutic and preventive properties from plant products containing pectin. However, the theoretical foundations of obtaining this polysaccharide, especially from local vegetable products, have not been sufficiently studied. Therefore, for the first time, vegetables produced in our republic were selected as the object of research, and the amount of pectin, technological processing characteristics including the initial processing of raw materials, and the possibilities of better retention of pectin in the product during storage and processing were studied. An improved technology was proposed that ensures the intensification of the extraction of pectin polysaccharides from raw materials and the preservation of their natural structure. The extraction process was mathematically modeled by studying metal gravimetry. As a result, an economically efficient improved technology was proposed that solves the problem of producing pectin with preventive properties in dynamic mode by acid hydrolysis from vegetables produced in our country under local conditions.

Keywords: Vegetables, pectin, extraction, esterification degree, functional, food.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0396

IONIC LIQUIDS AS SOLVENT AND CATALYST IN THE POLYMERIZATION OF BUTYL METHACRYLATE

Pashayeva Ziyarat Naghi[1], Ibrahimova Minaver Jafar[2], Amirli Fariz Ali[3], Gasimova Nazrin Taghi[4], Abdullayeva Fakhriya Mahammad[5]
[1,2,5] Institute of Petrochemical Processes named after academician Y.H. Mamedaliyev, Baku, Azerbaijan
[1,3,4,5]Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan
[1]ziyaretchem@gmail.com, http://orcid.org/0000-0002-0358-0966
[2]minaver-ibrahimova@rambler.ru , http://orcid.org/0009-0001-6686-8000
[3]fariz.emirov@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0000-0002-9095-2982
[4]nazrinqasimova01@mail.ru, https://orcid.org/0009-0008-0110-5281
[5]faxriye85@mail.ru, http://orcid.org/0009-0004-1899-9649
Corresponding author's email: ziyaretchem@gmail.com

ABSTRACT
This research investigates the polymerization of butyl methacrylate using ionic liquids as both solvent media and catalytic systems. The study explores the influence of various factors, including the nature of the ionic liquids, monomer distribution within this medium, the type and concentration of the initiator, as well as the polymerization temperature and duration. The results demonstrate that ionic liquids effectively regulate the structural and functional properties of polymers, as well as their molecular weight and yield. Furthermore, the study highlights the potential of ionic liquids to offer environmentally friendly alternatives to traditional solvents, contributing to the development of more sustainable polymerization processes. These findings open new avenues for tailoring polymer properties and expanding their applications in fields such as materials science and industry.
Keywords: butyl methacrylate, ionic liquids, radical polymerization, catalysts, polymer properties.

Introduction

Polymethacrylates are compounds with a wide range of applications. These compounds are widely used in optical devices, medical equipment, the automotive industry, and architecture. Their transparency, along with excellent mechanical and chemical durability, makes them suitable replacements for both natural and synthetic materials [1,2].

The solvent and catalyst play a crucial role in the polymerization process [3-5]. Traditional organic solvents, due to their high volatility and toxicity, can have harmful environmental effects. Consequently, ionic liquids have gained attention as environmentally friendly and effective alternatives [6-10].

Additionally, the use of ionic liquids in polymerization processes enables high polymerization rates and allows for the targeted modification of polymer properties. In this regard, this study investigates the role of ionic liquids in the polymerization of butyl methacrylate (BMA) and determines the optimal conditions. Furthermore, ionic liquids can facilitate the formation of specific polymer structures, enabling the synthesis of materials with unique

properties. This provides an opportunity to expand the application areas of polymers and create new functional materials [11-15].

Experimental part

The experiments were conducted in an inert atmosphere using a three-necked flask equipped with a stirrer, thermometer, dropping funnel, and reflux condenser. Ionic liquids based on formic acid and acetic acid served as the reaction medium in the polymerization reactions, with diethylamine, triethylamine, morpholine, N-methylpyrrolidone, and aniline as the amine component. In the experiments, the ratio of the monomer to the ionic liquid was taken in various concentrations of 1:1, 1:2, and 1:4. The polymerization process was carried out at temperatures of 60°C, 80°C, and 130°C. Benzoyl peroxide (BP) and cumene hydroperoxide (KHP) were used as radical initiators, and their concentrations were systematically studied.

The polymerization process was conducted for various durations and the effect of the reaction time on the polymer's molecular weight and conversion rate. Depending on the composition of the investigated ionic liquid, the BMA polymerization occurs in either a homogeneous or heterogeneous phase. In the homogeneous phase, especially in ionic liquids such as N-methylpyrrolidone acetate and morpholine formiate, the formed polybutyl methacrylate is precipitated after the polymerization. The bulk polymer is washed several times with ethanol and dried under vacuum until a constant weight is achieved. The characteristic viscosity of the obtained polymers was determined using a viscometric method. Molecular weight was calculated using the empirical Mark-Houwink equation $[\eta] = K M^{\alpha}$, where $[\eta]$ is the polymer's characteristic viscosity, and K and α are constants for the given polymer-solvent system at a specific temperature. Infrared (IR) spectra of the polymers were recorded in the 600–4000 cm^{-1} absorption range using a BRUKER Fourier spectrophotometer.

Results and discussion

This study investigates the effects of various factors – such as monomer and radical initiator concentrations — on the polymerization behavior of butyl methacrylate was investigated. Additionally, the impact of polymerization duration on the conversion of the methacrylate monomer and the molecular weight of the resulting polymer was examined. As shown in Table 1, during the polymerization of BMA in the ionic liquid N-methylpyrrolidone acetate (IL-1), an increase in monomer concentration within the ionic liquid solvent leads to higher polymer yield and average molecular weight.

Thus, when the monomer: ionic liquid mass ratio is 1:2, with the monomer concentration in the ionic liquid at approximately 33.6% by weight, polymerization at 80°C, with 0.2% by weight of the radical initiator BP, and a reaction time of 10 hours, the polybutyl methacrylate yield of 85.96%. Under the same conditions, polymerization at a monomer-to-ionic liquid mass ratio of 1:1 yields a lower amount, 75.0% by weight, of the target product.

Further increasing the monomer concentration in the reaction medium, with a monomer to ionic liquid mass ratio of 1:0.5 (monomer concentration is 66.7% by weight), results in a maximum yield of the target product, 95% by weight, under the same polymerization conditions. Additionally, with a higher monomer concentration in the ionic liquid, the resulting polybutyl methacrylate exhibits a significantly higher average molecular weight, particularly 708,010 compared to 501,010.

Table 1. Effect of Reaction Conditions on the Polymerization Process in the Ionic Liquid N-Methylpyrrolidone Acetate (IL-1) Medium.

BMA: IL-1	Initiator (PB), %	T^0C	Reaction duration, hour	Yield, %mass	Characteristic viscosity, dl/g	Average molecular weight
1:1	0,2	60	15	75,6	0,9	845010
1:1	0,2	80	10	75,01	0,7	548020
1:1	0,2	80	15	78,8	0,72	564000
1:1	0,2	80	20	82,2	0,75	580100
1:1	0,3	80	10	90,6	0,77	607100
1:2	0,2	80	10	86	0,66	501010
1:0,5	0,2	80	10	95,1	0,87	708010

It has been shown that increasing the concentration of the radical initiator also helps to increase the rate of the polymerization process.

Polymerization of methacrylic acid butyl ester in ionic liquid medium - morpholine formate (IL-4). Radical polymerization of BMA was also studied in an ionic liquid synthesized based on morpholine and formic acid (IL-4). The influence of various factors, including monomer concentration in the ionic liquid, polymerization duration, and radical initiator amount, was examined. It was found that during the polymerization of BMA in IL-4 medium, the polymer yield decreases slightly as the concentration of monomer in the ionic liquid medium increases. Specifically, at a polymerization temperature of 80°C, with 0.2% by mass of the radical initiator, a reaction time of 10 hours, and a monomer concentration of approximately 33%, the maximum polymer yield was 82.7%. With further increases in monomer concentration, the yield decreased: at 50% by mass, the yield was 70%, and at approximately 67% by mass, the yield dropped to 63%. At this concentration, the polymer obtained with an equal ratio of monomer and ionic liquid exhibited a relatively high molecular weight (867,000).

Table 2. Effect of reaction conditions on the polymerization process of butyl methacrylate with morpholine formate (IL-4) in an ionic liquid medium.

BMA: IL-4	Initiator (PB), %	T^0C	Reaction duration, hour	Yield, %mass	Characteristic viscosity, dl/g	Average molecular weight
1:0,5	0,2	80	10	63,1	0,753	608000
1:1	0,2	80	5	43,1	0.751	600000
1:1	0,2	80	10	70,2	1,011	867000
1:1	0,2	80	15	73,9	1,146	1015000
1:1	0,5	80	5	78,1	0,76	600000
1:1	0,5	80	10	81,0	0.782	602000
1:1	0,5	80	15	84,0	0.77	617000
1:1	0,1	80	10	66,4	1,188	1062000
1:2	0,2	80	10	83,0	0,7825	624000
1:4	0,2	80	5	19,0	0.787	630000
1:4	0,2	80	10	54,2	1,04	886000
1:4	0,5	80	10	54,9	0,781	630000

Conclusion

The results of this study demonstrated that the type and concentration of ionic liquids play a crucial role in the polymerization of butyl methacrylate. The findings indicate that certain ionic liquids significantly enhance the molecular weight and thermal stability of the resulting polymer, making them valuable in tailoring polymer properties. Additionally, the comparative analysis of their solvent and catalytic effects revealed that ionic liquids act as efficient reaction media and influence the polymerization process's kinetics.

By serving as both solvents and catalysts, ionic liquids provide a greener and more sustainable alternative to traditional volatile organic solvents, reducing environmental impact while improving polymerization efficiency. Their unique properties enable precise control over polymer structure, dispersity, and homogeneity, making them promising candidates for the development of advanced polymer materials with customized properties.

Future studies could delve deeper into the structural variations of ionic liquids and their impact on polymer characteristics, optimizing their application in different polymerization processes. Further research may also explore their potential in industrial-scale polymer synthesis, evaluating their economic feasibility and long-term stability. The development of novel ionic liquids with enhanced catalytic efficiency and selectivity could further broaden their applicability in polymer chemistry, paving the way for innovative and sustainable polymer materials.

References

1. Chiang C. T. et al. Methacrylate silatrane: new building block for development of functional polymeric coatings through controlled silanization //ACS Applied Materials & Interfaces. – 2023. – T. 15. – №. 23. – C. 28524-28535. https://doi.org/10.1021/acsami.3c03821

2.Zafar M. S. Prosthodontic applications of polymethyl methacrylate (PMMA): An update // Polymers. – 2020, Vol. 12, №. 10, c. 2299. https://doi.org/10.3390/polym12102299

3. Zhou T. et al. Energy applications of ionic liquids: recent developments and future prospects // Chemical Reviews. – 2023. – T. 123. – №. 21. – C. 12170-12253. https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.3c00391

4. Lebedeva O., Kultin D., Kustov L. Advanced research and prospects on polymer ionic liquids: Trends, potential and application //Green Chemistry. – 2023. – T. 25. – №. 22. – C. 9001-9019. https://doi.org/10.1039/d3gc02131a

5. Gujjala L. K. S. et al. Advances in ionic liquids: Synthesis, environmental remediation and reusability //Journal of Molecular Liquids. – 2024. – T. 396. – C. 123896. https://doi.org/10.1016/j.molliq.2023.123896

6. Salas R. et al. Ionic liquids in polymer technology //Green Chemistry. – 2025. https://doi.org/10.1039/D4GC05445H

7. Shamsuri A. A. et al. Impact of ionic liquids on the thermal properties of polymer composites //e-Polymers. – 2024. – T. 24. – №. 1. – C. 20240020. https://doi.org/10.1515/epoly-2024-0020

8. Xue H. et al. Tacticity control in the bulk free radical polymerization of methyl methacrylate utilizing ionic liquids //Polymer. – 2025. – T. 319. – C. 127984. https://doi.org/10.1016/j.polymer.2024.127984

9. Sivasankarapillai V. S. et al. Application of ionic liquids in rubber elastomers: Perspectives and challenges //Journal of Molecular Liquids. – 2023. – T. 382. – C. 121846. https://doi.org/10.1016/j.molliq.2023.121846

10. Wu X. et al. Switchable copolymerization of mixed monomers catalyzed by imidazolium ionic liquids //Polymer Chemistry. – 2024. – Т. 15. – №. 15. – С. 1475-1483. https://doi.org/10.1039/d3py01192e
11. Pashayeva Z. N., İBragimova M. J., Abdullayeva F. M. Possibilities For Using Ionic Liquids In The Polymerization Process //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2024. – Т. 2834. – №. 1. – С. 012185. https://doi.org/10.1088/1742-6596/2834/1/012185
12. Ibrahimova M. J. et al. Synthesis and study of ionic liquid quaternary ammonium salt //Processes of Petrochemistry and Oil Refining. – 2024. – №. 1. https://doi.org/10.62972/1726-4685.si2024.1.114
13. Ибрагимова М. Д. и др. Радикальная полимеризация бутилового эфира метакриловой кислоты в ионно-жидкостной среде // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2017. – №. 1. – С. 21-26.
14. Salas R. et al. Ionic liquids in polymer technology //Green Chemistry. – 2025. https://doi.org/10.1039/d4gc05445h
15. Ибрагимова М. Д. и др. Радикальная полимеризация децилового и октилового эфиров метакриловой кислоты в ионно-жидкостной среде //Клеи. Герметики. Технологии. – 2017. – №. 1. – С. 30-34. https://doi.org/10.24412/2071-6176-2024-2-36-53

İon mayelərindən həlledici mühit və katalitik sistem kimi istifadə etməklə butilmetakrilatın polimerləşməsi

Paşayeva Ziyarət Nağı[1], İbrahimova Minavər Cəfər[2], Əmirli Fariz Əli[3], Qasımova Nəzrin Tağı[4], Abdullayeva Fəxriyyə Məhəmməd[5]
[1,2,5] Akademik Y. H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan
[1,3,4,5]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan
[1]ziyaretchem@gmail.com, http://orcid.org/0000-0002-0358-0966
[2]minaver-ibrahimova@rambler.ru , http://orcid.org/0009-0001-6686-8000
[3]fariz.emirov@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0000-0002-9095-2982
[4]nazrinqasimova01@mail.ru, https://orcid.org/0009-0008-0110-5281
[5]faxriye85@mail.ru, http://orcid.org/0009-0004-1899-9649
Müvafiq müəllifin e-poçtu: ziyaretchem@gmail.com

XÜLASƏ
Bu tədqiqat işi ion mayelərindən həlledici mühit və katalitik sistem kimi istifadə etməklə butilmetakrilatın polimerləşmə prosesini araşdırır. Tədqiqat çərçivəsində ion mayelərinin təbiəti, monomerin bu mühitdəki payı, inisiatorun tipi və qatılığı, o cümlədən polimerləşmə temperaturu və müddəti kimi faktorların təsiri təhlil edilmişdir. Nəticələr göstərir ki, ion mayeləri polimerlərin struktur və funksional xassələrini, həmçinin onların molekul kütləsini və məhsuldarlığını effektiv şəkildə tənzimləyir. Bundan əlavə, tədqiqat daha davamlı polimerləşmə proseslərinin inkişafına töhfə verən ənənəvi həlledicilərə ekoloji cəhətdən təmiz alternativlər təklif etmək üçün ion mayelərinin üstünlüyünü vurğulayır. Bu tədqiqat işi polimer xassələrinin materialşünaslıq və sənaye kimi sahələrdə tətbiqlərini genişləndirmək üçün yeni imkanlar açır.
Açar sözlər: butilmetakrilat, ion mayeləri, radikal polimerləşmə, katalizatorlar, polimerin xassələri.

Полимеризация бутилметакрилата с использованием ионных жидкостей в качестве растворителя и каталитической системы

Пашаева Зиярат Наги[1], Ибрагимова Минавер Джафар[2], Амирли Фариз Али[3], Гасымова Назрин Таги[4], Абдуллаева Фахрия Магамед[5]

[1,2,5] Институт Нефтехимических Процессов имени академика Ю.Г. Мамедалиева, Баку, Азербайджан

[1,3,4,5]Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Баку, Азербайджан

[1]ziyaretchem@gmail.com, http://orcid.org/0000-0002-0358-0966

[2]minaver-ibrahimova@rambler.ru , http://orcid.org/0009-0001-6686-8000

[3]fariz.emirov@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0000-0002-9095-2982

[4]nazrinqasimova01@mail.ru, https://orcid.org/0009-0008-0110-5281

[5]faxriye85@mail.ru, http://orcid.org/0009-0004-1899-9649

Адрес электронной почты автора: ziyaretchem@gmail.com

АБСТРАКТ

В данном исследовании изучается полимеризация бутилметакрилата с использованием ионных жидкостей в качестве как растворителей, так и каталитических систем.В исследовании изучается влияние различных факторов, включая природу ионных жидкостей, распределение мономеров в этой среде, тип и концентрацию инициатора, а также температуру и продолжительность полимеризации.Результаты показывают, что ионные жидкости эффективно регулируют структурные и функциональные свойства полимеров, а также их молекулярную массу и выход.Это исследование показывает, что ионные жидкости могут служить экологически безопасной альтернативой традиционным растворителям, способствуя развитию более устойчивых процессов полимеризации.Эти результаты открывают новые перспективы для настройки свойств полимеров и расширения их применения в таких областях, как материаловедение и промышленность.

Ключевые слова: бутилметакрилат, ионные жидкости, радикальная полимеризация, катализаторы, свойства полимеров.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0402

SULFOKATIONITIN ALINMASI VƏ TƏDQIQI

T.M.Naibova[1] , A.Ə. Məmmədova[1], K.Q.Abbasova1, S.S.Atayeva[1]

[1]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
Email: atayeva_sabina@icloud.com

XÜLASƏ

Sulfokationitlər iondəyişdirici xüsusiyyətli makromolekullu birləşmələrə aiddir. İondəyişdiriciləri, o cümlədən anionitləri, kationitləri və ya amfolitləri tərkibində müxtəlif funksional qruplar olan polifunksional birləşmələrədə aid etmək olar. Bu xüsusiyyətə görə onların tətbiq sahələridə müxtəlifdir. Son zamanlar həm laboratoriya , həm də sənaye miqyasında istehsal olunan mövcud termoplastik və termoreaktiv makromolekullu birləşmələr sulfolaşdırılaraq iondəyişdiricilərin alınması və tətbiqi geniş vüsət alınmışdır. Əsasən həm termoplastik , həm də termoreaktiv makromolekullu birləşmələrin müəyyən çatışmayan cəhətlərinin olduğunu nəzərə alaraq , əvvəlcə kimyəvi modifikasiya üsulu ilə çatışmayan cəhətlər aradan qaldırılır , sonra onlardan əsas komponent kimi istifadə olunaraq , iondəyişdiricilər alınır. Modifikasiya üsulu ilə amin və amid qruplu üzvi birləşmələrlə funksionallaşdırılmış sooliqomerlər əsasında hazırlanan sulfokationitlərdən müxtəlif məqsədlər üçün istifadə olunmuş və müsbət nəticələr alınmışdır.
Həm ekoloji, həm də iqtisadi cəhətdən əlverişli olan modifikasiya olunmuş sooliqomerlər əsasında hazırlanan iondəyişdiricilərin alınması aktual problemlərdəndir. Termoreaktiv sooliqomerlər əsasında hazırlanan iondəyişdiricilər termoplastik polimerlər və ya sopolimerlər əsasında hazırlanan ion dəyişdiricilərdən həm fiziki-mexaniki , fiziki-kimyəvi , həm də istismar göstəriciləri ilə bir-birindən fərqlənir. Həmçinin, alınma üsulları və tətbiq sahələri ilə də fərqlənirlər. Termoreaktiv olan amin və amid qruplu fenol-formaldehid, rezorsin-formaldehid , amin-aldehid sooliqomerləri əsasında hazırlanan sulfokationitlər bərk halında, üzvi və qeyri-üzvi həlledicilərdə həll olmayan çox az miqdarda, uzun müddət saxlanıldıqda şişmə qabiliyyətli birləşmələrdir. Bu tip sulfokationitlərin alınmasında istifadə olunan sooliqomerlər temperaturun təsirindən termoplastik polimerlər əsaslı sulfokationitlərdən fərqli olaraq, tam tikilir və üç ölçülü quruluş yaranır və bu xüsusiyyətinə görə tam tikilmiş, üçölçülü quruluşa (rezit formasina) çevrilir və məlumdur ki. rezit formasında olan sooliqomerlər hətta heç bir həlledicidə həll olmur [1-7].

Açar sözlər: sopolikondensləşmə, sooliqomer, iondəyişdirici, ionit, sulfokationit, anionit, kationit

GİRİŞ

İondəyişdiricilər, o cümlədən sulfokationitlər həllolmamazlıq xüsusiyyətə malik olan anoloji çevrilmələrlə alınan birləşmələrdir. İondəyişdirmə qabiliyyətli sulfokationitlər termoreaktiv oliqomerlər və ya sooliqomerlər əsasında alınır və onlar funksionallığından asılı olaraq, aşağıdaki tələblərə cavab verməlidirlər:

- mühitin pH-ı uzun müddət dəyişməməli, yəni kimyəvi və mexaniki davamlı olmalı;
- yüksək iondəyişmə qabiliyyətinə malik olmalı;
- çox məhdud şişmə qabiliyyətinə malik olmalı;
- istismar zamanı termiki davamlı olmalı;

- tərkibində sərbəst qalan aşağı molekullu birləşmələrdən və qarışıqlardan tam azad olmalıdır.

Makromolekullu birləşmələr əsasında hazırlanan iondəyişdiricilərdən, həm kationitlərdən, həm də anionitlərdən müxtəlif məqsədlər üçün istifadə olunur. Müxtəlif təyinatlı suların təmizlənməsində, yumşaldılmasında, istilik elektrik stansiyalarında yüksək təzyiqdə istismar olunan avadanlıq və qurğularda istifadə olunan suların kimyəvi təmizlənməsində (onların korroziyaya uğramasının qarşısını almaq məqsədi ilə), qanın konservləşdirilməsində, qeyri-elektrolitlərin təmizlənməsində, üzvi birləşmələrin sintezində, filizlərdən əlvan metalların çıxarılmasında və s. istifadə olunur. İondəyişdiricilərdə olan ionitlərin mübadiləetmə qabiliyyətindən asılı olaraq, amfoter iondəyişdiricilərdən də (poliamfolitlər) istifadə olunur. Bu tip iondəyiçdiricilərin tərkibində eyni zamanda həm əsas, həm turşu xüsusiyyətli qruplar olur. Poliamfolitlər mühitin dissosasiya dərəcəsindən asılı olaraq, qüvvətli, orta və zəif xüsusiyyətli olurlar. Ümumiyyətlə, iondəyişdiricilər (ionitlər) polimerləşmə, polikondensləşmə, sopolimer-ləşmə, sopolikondensləşmə üsulları ilə sintez olunan makromolekullu birləşmələr əsasən anoloji çevrilmə reaksiyaları ilə alınır [8-11].

Tədqiqat işində anilinlə funkaionallaşdırılmış fenol-formaldehid sooliqomeri əsasında sulfokationit alınmış və tədqiq olunmuşdur.

Təcrübi hissə

İondəyişmə prosesində istifadə olunan sulfokationitin hissəciklərinin və məsamələrinin ölçüsü, həmçinin selektivliyinə tədqiqat işlərində xüsusi diqqət yetirilmişdir. Eyni zamanda tədqiqat işində matrisa kimi istifadə olunan anilin-fenol-formaldehid sooliqomerinin əsas fiziki-mexaniki göstəricilərinin qənaətbəxş olduğuna əmin olandan sonra prosesin ikinci mərhələsi (sulfolaşdırma) aparılmışdır. Sulfolaşma dərəcəsinin müsbət olması üçün ikinci mərhələdə aparılan sulfolaşma prosesi diqqətlə tənzimlənməlidir. Beləki, sulfolaşma prosesi tam bitdikdən sonra alınan sulfokationit neytral reaksiyaya kimi yuyulur və vakuum quruducu şkafda sabit çəkiyə gələnə kimi qurudulur. Sulfolaşma prosesi tam bitdikdən sonra alınan yeni tərkibli sulfokationitin əsas fiziki-mexaniki və spektral analizləri aparılmışdır. Tədqiqat işində sulfolaşdırıcı agent kimi qatı sulfat turşusundan (98%-li) istifadə olunmuşdur. Sulfolaşma dərəcəsi son məhsulun- iondəyişdirici sulfokationitin iondəyişmə qabiliyyəti və müxtəlif ionlara qarşı selektivliyi ilə müəyyənləşdirilir. Ümumiyyətlə, sulfolaşma dərəcəsinin müsbət olması üçün ikinci mərhələdə aparılan sulfolaşma prosesi diqqətlə tənzimlənməlidir. Sooliqomerin və ya sulfokationitin tikilmə prosesi müxtəlif üsullarla (termiki, radiasiya və ya kimyəvi) aparıla bilər. Anilin-fenol-formaldehid sooliqomeri əsasında alınmış sulfokationitin bərkimə prosesində həm termiki, həm də kimyəvi üsuldan istifadə olunmuşdur. Tikilmə prosesindən sonra alınan sulfokationitin mexaniki möhkəmliyinə və məsamələrin ölçüsünə xüsusilə diqqət yetirilmişdir. Sulfolaşma prosesi tam bitdikdən sonra alınan yeni tərkibli sulfokationitin fiziki-mexaniki və spektral analizlərinin nəticələrindən məlum olmuşdur ki, proses analoji çevrilmə ilə getmişdir. Alınan sulfokationitin xarici görünüşü qaydasız formada xırda qara hissəciklərdir. Hissəciklərin ölçüsü 0,3-2,0 mm fraksiya tərkibi (%-lə) :

2 mm-dən çox - 2,6
1-2 mm - 36,0
0,5-1,0 mm - 44,8
0,25-0,5 mm - 15,0
0,25 mm-dən az - 1,6

Nəticə və müzakirələr

Anilinlə funksionallaşdırılmış fenol-formaldehid sooliqomerinin qatı sulfat turşusu ilə sulfolaşma prosesi sooliqomerdə reaksiyaya girmə qabiliyyətinə malik metilol, hidroksil və amin qruplarını tərkibində saxladığı üçün ondan matrisa kimi istifadə olunmuşdur. Nəticədə məlum olmuşdur ki, hər bir benzol həlqəsinə sulfoqrup daxil olmuşdur. Sulfokationitdə -SO3, -OH,=NH kimi ionogen qrupların olması təsdiqlənmişdir. Müqayisə məqsədi ilə paralel olaraq tədqiqat işləri modifikasiya olunmamış fenol-formaldehid oliqomeri ilə də aparılmışdır. Həm analitik, həm də spektral analizlərlə anilinlə modifikasiya olunmuş fenol-formaldehid sooliqomeri əsaslı sulfokationitin əsas göstəricilərinin yüksək olması təsdiqlənmişdir. Anilinlə funksionallaşdırılmış fenol-formaldehid sooliqomeri əsaslı sulfokationitdən texniki suların təmizlənməsində və filizlərdən əlvan metalların çıxarılmasında istifadə olunması tövsiyyə olunur.

Ədəbiyyat

1. Naibova T.M., Abbasova K.Q. İondəyişdirici yüksəkmolekullu birləşmələrin tədqiqi. Dərs vəsaiti, B.: ADNA, 2011,115səh.
2. Naibova T.M., Abbasova K.Q. Syntesis sulfocatoonites based on modified phenol-formaldehyde oligomers. Journal “Theoretical Appelied Science” USA, Philadelphia,2019, Jssue 09, vol.77, pp 176-178
3. Naibova T.M., Əmirov F.Ə., Abbasova K.Q. Karbamidlə modifikasiya olunmuş fenol-formaldehid oliqomerinin sulfolaşdırılması. Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 96-cı ildönümünə həsr olunmuş “Kimyanın Aktual Problemləri” XIII Beynəlxalq Elmi Konfransın materialları. Bakı, 2019, 15-16 may, s.311-312
4. Naibova T.M., Abbasova K.Q. Modifikasiya olunmuş fenol-formaldehid oliqemeri əsasında sulfokationit, AR Patenti, 2019,0017, 10.06.2019
5. Наибова Т.М., Аббасова К.Г. Сулфирование азотсдержащих фенолоформалъдегидных олигомеров. Ж. Актуалъные проблемы гуманитарных и естественных наук. Москва,2011,N8, с23-25
6. Naibova T.M., Abbasova K.Q., Janiyeva M.A. Obtaining, research and application of ion exchanger resins based on cooligomers. Danish Scientifik Journal ,N 72, vol.1, 2023, pp 23-26, JSSN 3375-2389
7. Naibova T.M., Mammadova A.A.. Abbasova K.Q. Separation of nonferrious metals from ore UFAZ - Caspian Basin in Transition 3-6 June, 2024, pp 27-28
8. Amirli F.A., Naibova T.M., Abbasova K.Q. Reviev on the acguisition, research and application of ion exchangers based on functionalited cooligomers. Journal processes of petrochemistry and oil refining.PPOR, vol.25,N2 2024, pp 484-497. Online İSSN: 2519-2876. Print İSSN: 1726-4685
9. Котова Д.Л., Селеменов В.Ф. Термический анализ ионообменных материалов. М: Наука, 2002,156с
10. Cheng Li, Wen Wang, Youbing Mu, Jizhi Zhang, Jianzhang Li Wei Zhang Structural Properties and Copolycondensation Mechanism of Valonea Tannin Modified phenol-formaldehyde Resin. Journal of polymers and the Environment. 2018, v26, pp. 1297-1309
11. Naibova T.M., Məmmədova A.Ə., Abbasova K.Q., Ömərova N.A. Əlvan metalların filizdən ayrılmasında iondəyişdiricilərin rolu , “Heydər Əliyev və Azərbaycan Təbiəti” mövzusunda Beynəlxalq Konfransın materialları 19-20 iyun , 2023, s. 131-132

OBTAINING AND RESEARCHING SULFOCATIONITE

T.M.Naibova, A.A. Mammadova, K.Q.Abbasova, S.S.Atayeva
Azerbaijan State Oil and Industry University
Email: atayeva_sabina@icloud.com

ABSTRACT
Sulfocationite was obtained on the basis of phenol-formaldehyde cooligomer functionalized in alkaline environment with aniline and its main indicators were studied. Solid sulfuric acid was used as a sulfolizing agent. It was found that as a result of the process carried out by polymeranalogical transformation, sulfogroup was introduced into each benzene solution.

It is recommended to use sulfocationite prepared on the basis of phenol-formaldehyde cooligomer functionalized with aniline in softening of technical waters and extraction of non-ferrous metals from ores.

Keywords: copolycondensation, cooligomer, sulfocationite, ionite, ionexchanger

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СУЛЬФОКАТИОНИТА

Т.М.Наибова, А.А. Мамедова, К.Q.Аббасова, С.S.Атаева
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
Email: atayeva_sabina@icloud.com

РЕЗЮМЕ
На основе функционализированного с анилином фенолоформальдегидного соолигомера в щелочной среде был получен сульфокатионит и исследованы его основные показатели. В качестве сульфолирующего агента использовалась концентрированная серная кислота. Было установлено, что в результате процесса полимераналогического превращения в каждое бензольное кольцо была введена сульфогруппа.

Сульфокатионит, изготовленный на основе фенолоформальдегидного соолигомера, функционализированного анилином, рекомендуется использовать для умягчения технических вод и извлечения цветных металлов из руд.

Ключевые слова: сополиконденсация, соолигомер, сульфокатионит, ионит, ионообменник

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0406

FUNKSİONALLAŞDIRILMIŞ SOOLİQOMERİN SİNTEZİNDƏ NANOHİSSƏCİKLƏRİN ROLU

T.M. Naibova[1], İ.N. İsayev[1], Z.Z. Yarışova[1]
[1]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
E-mail: tamilla.naibova@asoiu.edu.az,isayev.isa.nizami.2023@asoiu.edu.az, yarisovazumrud2001@gmail.com

XÜLASƏ

Dünya miqyasında elmin müxtəlif istiqamətlərində aparılan elmi-tədqiqat işlərinin sürəti intensiv şəkildə artmaqdadır.

Kimya və kimya texnologiya prosesləri istiqamətində aparılan tədqiqat işlərinin nəticələri haqqında çox saylı elmi məqalələr nəşr olunmuşdur. İnkişaf etmiş ölkələrdə bu istiqamətdə aparılan elmi-tədqiqat işlərinə xüsusi diqqətin və vəsaitlərin ayrılması diqqət mərkəzindədir [1-3].

Tədqiqat işində anilinlə funksionallaşdırılmış fenol-formaldehid sooliqomerinin sintezində nanohissəciklərdən istifadə olunmuşdur. Nanohissəcik kimi metal oksidindən (Al_2O_3) istifadə olunmuşdur. Məlumdur ki, qeyri-üzvi təbiətli nanohissəciklər kvant ölçüləri və geometrik effektlər səbəbindən xüsusi göstəriciləri ilə fərqlənən birləşmələrdir. Metal oksidi xüsusiyyətli qeyri-üzvi nanohissəciklərin ölçüləri 1÷100 nm intervalında ola bilər. Alüminium oksidi nanohissəciklərdən müxtəlif məqsədli kompozisiya materiallarının hazırlanmasında da istifadə olunmuşdur.

Anilinlə funksionallaşdırılmış fenol-formaldehid sooliqomerinin fiziki-mexaniki, fiziki-kimyəvi və istismar göstəricilərini yaxşılaşdırmaq məqsədi ilə sintez zamanı hissəciklərin ölçüsü 50-60 nm olan alüminium oksidindən istifadə olunmuşdur.Nanohissəciklərdən sooliqomerlərin sintezində və ya onlar əsasında məqsədli kompozitlərin alınmasında istifadə olunanda aşağıda göstərilən tələbatlara diqqət yetirilməlidir: Ekoloji təmiz nanohissəciklərin istifadəsinə üstünlük verilməli; Hissəciklərin ölçüləri maksimum bərabər paylanmalı; Müəyyən olunmuş müddətdə sabit olmalı; Səth morfologiyasına diqqət yetirməlidir.

Ölçüləri məlum olan nanohissəciklər dispers olaraq makromolekulun, o cümlədən sooliqomerin sintezi zamanı tərkibinə daxil edilir.Sintez zamanı istər polikondensləşmə (oliqomerləşmə), istərsə də sopolikondensləşmə (sooliqomererləşmə) prosesində makromolekulun əmələ gəlməsi anında reaksiya mühitinə hesablanmış miqdarda əlavə olunmuşdur. Nəticədə sooliqomerin yapışqanlıq möhkəmliyi və istiyədavamlılığı yüksəlmişdir. Analitik və spektral analizlərin nəticələrinə əsaslanaraq aparılan tədqiqatın kimyəvi modifikasiyası ehtimalı təsdiqlənmişdir. Alınan nanohissəcikli sooliqomerdən matrisa kimi istifadə edərək, məqsədli kompozisiyaların alınmasında əlaqələndirici kimi istifadəsi tövsiyə olunur.

Açar sözlər: sooliqomer, sopolikondensləşmə, nanohissəcik, anilin, əlaqələndirici

GİRİŞ

Asan alınma texnologiyası və yüksək reaksiya qabiliyəti ilə fərqlənən mövcud fenol-formaldehid oliqomerinin çatışmayan cəhətlərini aradan qaldırmaq məqsədilə müxtəlif funksional qruplu üzvi birləşmələrlə modifikasiya olunur. Sopolikondensləşmə üsulu ilə sintez olunan anilin fenol-formaldeid sooliqomerinin tərkibində sərbəst formaldehidin və fenolun miqdarı uyğun olaraq 3-5 dəfə azalmışdır. Sintez olunan anilin -fenol-formaldehid sooliqomerinin tərkibində olan fenolun və formaldehidin azalması həm ekoloji, həm də iqtisadi cəhətdən əlverişli olduğunu, həmçinin funksionallığının yüksək olmasını nəzərə alaraq,ondan əlaqələndirici kimi istifadə olunaraq örtük kompozisiyası hazırlanmışdır. Örtük kompozisiyasında fiziki-mexaniki və istismar

göstəriciləri tədqiq olunmuşdur. Məlum olmuşdur ki, anilin - fenol-formaldehid sooliqomeri əsaslı örtük kompozisiyası neft-mədən avadanlıqlarının korroziyadan qorunmasında istifadə oluna bilər. Rezol tipli anilin - fenol-formaldehid sooliqomerinin tərkibində olan hidroksil, metilol və amin qrupları məqsədli örtük kompozisiyalarının bərkimə prosesində də iştirak edir.

Təcrübi hissə

Anilinlə fenol və formaldehid oliqomerinin funksionallaşdırılması prosesi laboratoriya reaktorunda aparılmışdır.Hesablanmış miqdarda fenol və formaldehid (suda 37%-li məhlulu - formalin) üçboğazlı kolbaya yerləşdirilir, daim qarışdırmaqla 0,5 saatdan sonra damcı qıfından tədricən anilin əlavə olunur. Reaksiya mühitində pH=7,5 - 8,0 intervalında olmalıdır. Reaksiyanın sonunda kütlə iki laya ayrılır (üst su, aşağı sooliqomer). Əvvəlcə su layı kənarlaşdırılır, sonra sooliqomer neytral reaksiyaya kimi yuyulur və sabit çəkiyə gələnə qədər vakuum quruducu şkafda qurudulur. Alınan sooliqomerin əsas göstəriciləri tədqiq olunur.Müqayisə məqsədi ilə polikondensləşmə üsulu ilə alınan fenol-formaldehid oliqomerinində əsas göstəriciləri paralel tədqiq olunmuşdur (cədvəl 1). Məlum olmuşdur ki, amin qrupu olan modifikatorla (anilinlə) funksionallaşdırılmış sooliqomerin əsas göstəriciləri yüksəkdir. Fenol-formaldehid oliqomerinin, həmçinin anilin-fenol-formaldehid sooliqomerinin İQ spektrləri də çəkilmişdir. Müqayisəli təhlillərdən məlum olmuşdur ki, proses kimyəvi modifikasiyası ilə getmişdir [4-6].

Cədvəl 1. Fenol-formaldehid oliqomerinin, anilinlə funksionallaşdırılmış fenol-formaldehid sooliqomerinin və nanohissəcik iştirakı ilə alınan anilin-fenol-formaldehid sooliqomerinin əsas göstəriciləri

№	Göstəricilər	Nümunələr		
		FFO	AFFSO	NAFFSO
1.	Sıxlığı, kq/m^3	1180	1260	1320
2.	Sərbəst fenolun miqdarı, %	13-15	4-5	2-3
3.	Sərbəst formaldehidin miqdarı, %	9-10	3,8-4,2	2,1-3,0
4.	Hidroksil qruplarının miqdarı, %	16-17	10-12	9.8-10.6
5.	Bərkimə dərəcəsi, %	93,6	98,7	99,2
6.	Molekul kütləsi	480	940	1080
7.	Yumşalma temperaturu, ^{o}C	65	70	85

Nəticələr və müzakirələr

Cədvəldən görünür ki, fenol-formaldehid oliqomerinin, anilinlə funksionallaşdırılmış fenol-formaldehid sooliqomerinin əsas göstəriciləri ilə nanohissəcik iştirakı ilə sintez olunmuş anilin-fenol-formaldehid sooliqomerinin göstəriciləri ilə müqayisə etdikdə məlum olmuşdur ki, nanohissəcikli sooliqomerin göstəriciləri, o cümlədən, sıxlığı uyğun olaraq, 1,12-1,05; bərkimə dərəcəsi 1,05-1,06; molekul kütləsi 2,03-1,14; yumşalma temperaturu 1.31-1,14 dəfə yüksəlmişdir.

Sərbəst fenolun, formaldehidin və hidroksil qruplarının miqdarı isə azalmışdır. Bu göstəricilərdən məlum olur ki, sopolikondensləşmə prosesi funksional qrupların hesabına molekul daxili getmişdir.

Kifayət qədər bu qruplar son məhsulda qalması onlardan əlaqələndirici kimi istifadə olunaraq müxtəlif məqsədli kompozitlər hazırlamaq olar.

Anilinlə funksionallaşdırılmış fenol-formaldehid sooliqomerinin və sintez zamanı nanohissəcik əlavə olunmuş sopolikondensləşmə prosesinin məhsulunda İQ spektrləri tədqiq olunmuşdur. Anilinlə funksionallaşdırılmış fenol-formaldehid sooliqomerində müşahidə olunan intensiv udma zolağı -OH və =NH əlaqələrinin valent titrəyişi, həmçinin 2092,81 sm^{-1} zəif =NH

əlaqəsinin deformasiya titrəyişini, 1637,35 sm^{-1} intensiv udma zolağı benzol həlqəsinin valent titrəyişini və nəhayət 665,67 sm^{-1} zəif udma zolağı ≡ CH əlaqələrinin deformasiya titrəyişinin olmasını təsdiqləyir.

Anilinlə modifikasiya olunmuş nanohissəcikli sooliqomerin İQ spektrini müqayisə etdikdə məlum olur ki, bütün spektrlər üst-üstə düşür,yalnız 1538,25 sm^{-1} və 945,49 sm^{-1} zolaqları nanohissəcikli sooliqomerdə aşkar olunmuşdur.

ƏDƏBİYYAT

1. Naibova T.M. Yüsəkmolekullu birləşmələrin kimyəvi texnologiyası. Bakı, Çaşıoğlu, Dərslik, 2014, 366 s.
2. Энтелис С.Г. Реакционноспособные олигомеры. М.: Химия. 1985, 303 с.
3. Кноп А., Шейб В.Фенольные смолы и материалы на их основе, М.: Химия, 1983, 273 с.
4. Торопцева А.И., Белгородская К.В., Бондаренко В.М. Лабораторный практикум по химии и технологии высокомолекулярных соединений. М.: Химия, 1972, 414 с.
5. Naibova T.M., Abbasova K.Q., Məmmədova A.Ə. Yüksəkmolekullu birləşmələrin sintezi və tədqiqi. Dərs vəsaiti, B.: Elm və Təhsil, 2019, 123 s.
6. Tarutina İ.İ., Pozdnyakova F.O. Spektral analysis of polymer. L.: Chemistry, 1986, 247 p.

The role of nanoparticles in the synthesis of functionalized cooligomer

T.M. Naibova[1], I.N. Isaev[1], Z.Z. Yarisova[1]

[1]Azerbaijan State Oil and Industry University

E-mail: tamilla.naibova@asoiu.edu.az, isayev.isa.nizami.2023@asoiu.edu.az, yarisovazumrud2001@gmail.com

ABSTRACT

Metal oxide (Al_2O_3) was used as a nanoparticle in the synthesis of phenol-formaldehyde cooligomer functionalized with aniline. The process was carried out in an alkaline environment, the main physico-chemical and physico-mechanical indicators of the obtained new composition cooligomer were studied. It was found that when a small amount of metal oxide as a nanoparticle was added to the reaction during the copolycondensation process, its main indicators increased. It is recommended to use the cooligomer obtained in the presence of nanoparticles as a binder for obtaining composites of various purposes.

Роль наночастиц в синтезе функционализированного соолигомера

Т.М. Наибова[1], И.Н. Исаев[1], З.З. Ярышова[1]

[1] Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности

E-mail: tamilla.naibova@asoiu.edu.az, isayev.isa.nizami.2023@asoiu.edu.az, yarisovazumrud2001@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Оксид металла (Al_2O_3) использовался в качестве наночастицы в синтезе фенолоформальдегидного соолигомера функционализированного анилином. Процесс проводился в щелочной среде, изучались основные физико-химические и физико-механические показатели полученного соолигомера нового состава. Было обнаружено, что при добавлении небольшого количества оксида металла в качестве наночастицы в реакцию в процессе сополиконденсации его основные показатели повышаются. Соолигомер, полученный в присутствии наночастиц, рекомендуется использовать в качестве связующего при получении композитов различного назначения.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0409

IONIC LIQUIDS IN BIOMASS CONVERSION: APPROACHES TO 5-HMF AND LEVULINIC ACID PRODUCTION

Pashayeva Ziyarat Naghi[1], Ibragimova Minaver Jafar[2], Amirli Fariz Ali[3], Qaya Namazlı Sarı[4], Abdullayeva Fakhriya Mahammad[5]

[1,2,5] Institute of Petrochemical Processes named after Y.H. Mamedaliyev, Baku, Azerbaijan
[1,3,4,5]Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan
[1]ziyaretchem@gmail.com, http://orcid.org/0000-0002-0358-0966
[2]minaver-ibrahimova@rambler.ru, http://orcid.org/0009-0001-6686-8000
[3]fariz.emirov@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0000-0002-9095-2982
[4]namazliqaya@gmail.com, https://orcid.org/0009-0007-8936-7931
[5]faxriye85@mail.ru,http://orcid.org/0009-0004-1899-9649
Corresponding author's email: ziyaretchem@gmail.com

ABSTRACT

This review highlights the role of ionic liquids (ILs) in converting lignocellulosic biomass into valuable chemicals like 5-hydroxymethylfurfural (5-HMF) and levulinic acid (LA). ILs, with their tunable properties, enhance biomass solubility and act as both solvents and catalysts, improving hydrolysis and conversion efficiency. The paper explores mechanisms of carbohydrate transformation, including cellulose depolymerization, glucose isomerization, and fructose dehydration, facilitated by ILs and metal halide catalysts. Advanced techniques such as microwave and ultrasound-assisted hydrolysis are also discussed. Despite their potential, challenges like high costs and recyclability remain. The review concludes that ILs are promising for sustainable biorefineries, but further research is needed to optimize their economic and environmental viability.

Keywords: ionic liquids, lignocellulosic biomass, 5-Hydroxymethylfurfural (5-HMF), levulinic acid (LA), biomass pretreatment, cellulose hydrolysis

Introduction

The biorefinery concept focuses on utilizing materials and energy efficiently to convert biomass into valuable chemicals. Lignocellulosic biomass, a type of plant material, is an excellent renewable resource for large-scale biorefining due to its diversity and widespread availability [1].

This biomass is abundant, with production reaching nearly a billion tons annually. It includes agricultural residues such as wheat straw, sugarcane bagasse, and corn stover, as well as dedicated energy crops like Miscanthus, switchgrass, and various types of woody biomass. These sources do not compete with traditional farmland, ensuring that food production remains unaffected [1].

Fuel refers to any material used to generate energy, particularly for machines and vehicles. Utilizing lignocellulosic biomass for biofuel production can significantly reduce overall CO_2 emissions. However, processing this biomass presents challenges. Lignin removal requires intensive energy and complex procedures while converting cellulose into fermentable sugars and biofuels relies on enzymatic hydrolysis, a slow process dependent on natural catalysts like enzymes and microbial fermentation [2].

Cellulose and hemicellulose are the primary components of lignocellulosic biomass, accounting for 50% to 80% of its total weight. Recent studies have extensively explored the use of ionic

liquids in biomass processing. While cellulose plays a crucial role in lignocellulosic biomass, much of the research focuses on the advantages of ionic liquids over conventional methods for separating cellulose[3-8].

Advantage of using ionic liquids

Ionic liquids (ILs) have emerged as a promising alternative for the pretreatment of lignocellulosic biomass, overcoming several limitations of conventional methods. These unique solvents consist of cation-anion pairs, allowing their properties to be precisely tailored by selecting suitable ionic components. This tunability provides significant advantages, making ILs highly effective in biomass pretreatment[9].

One of the key benefits of ionic liquids in biomass processing is their ability to disrupt the extensive hydrogen bonding network in cellulose, which is otherwise insoluble in conventional solvents. This disruption enhances carbohydrate accessibility for hydrolysis, facilitating the conversion of lignocellulosic biomass into valuable platform chemicals such as 5-hydroxymethylfurfural (5-HMF) and levulinic acid (LA). Additionally, ILs can function as both solvents and catalysts, further improving their efficiency in biomass conversion [10,11].

Compared to traditional pretreatment methods, ILs offer greater energy efficiency and environmental benefits. Unlike harsh chemical treatments that generate toxic byproducts, IL-based processes can be designed to be more sustainable and less hazardous. However, challenges remain in their widespread adoption, primarily due to the high cost and large quantities required for effective biomass dissolution. Addressing this issue requires advancements in IL recycling techniques to enable reuse and reduce operational costs[12].

Ionic liquids' reusability is a key advantage that enhances their potential for industrial application. Efficient recovery and recycling strategies can significantly improve the economic feasibility of IL-based biomass pretreatment. Ongoing research focuses on optimizing IL recyclability while maintaining their effectiveness in biomass processing[9].

In summary, ionic liquids offer a promising solution for biomass pretreatment due to their tunable properties, dual role as solvents and catalysts, and potential for recyclability. With further advancements in cost reduction and recycling strategies, ILs could play a crucial role in the sustainable and efficient conversion of lignocellulosic biomass into valuable bioproducts.

Hydrolysis of Lignocellulosic-based Materials

The hydrolysis of lignocellulosic biomass is a crucial step in converting plant-based materials into valuable platform chemicals such as 5-hydroxymethylfurfural (5-HMF) and levulinic acid (LA). Given the structural complexity of biomass—composed mainly of cellulose, hemicellulose, and lignin—effective pretreatment and hydrolysis strategies are necessary to enhance conversion efficiency [13,14].

Ionic liquids (ILs) play a key role in this process. Their ability to disrupt hydrogen bonding in cellulose improves solubility, making enzymatic and acid-catalyzed hydrolysis more efficient. ILs serve as solvents and catalysts, facilitating the transformation of biomass into value-added chemicals. Several studies have highlighted the potential of metal halides as catalysts in IL-based hydrolysis systems. These catalysts enhance the breakdown of biomass, improving reaction efficiency.

The conversion of cellulose into 5-HMF occurs through a sequence of steps: (1) cellulose hydrolysis into glucose, (2) isomerization of glucose into fructose, and (3) dehydration of fructose

into 5-HMF. Various catalytic strategies improve this transformation, including:
Metal Halides and Acid Catalysts: Metal halides (e.g., $CrCl_2$, $FeCl_3$) combined with ILs enhance catalytic performance, improving hydrolysis efficiency. Brønsted and Lewis acid catalysts, such as HCl and cobalt salts, facilitate the breakdown of glycosidic bonds and promote glucose-to-fructose isomerization [14-18].
Microwave and Sonication-Assisted Hydrolysis: Advanced heating methods, such as microwave irradiation and ultrasound-assisted hydrolysis, improve reaction kinetics and product yields by enhancing mass transfer and accelerating molecular interactions [19-21].
The efficiency of IL-based hydrolysis depends on reaction conditions such as catalyst type, temperature, and solvent properties. Optimizing these factors is key to improving process scalability and reducing production costs.

Mechanisms of Carbohydrate Conversion to 5-HMF in Ionic Liquids

Various mechanisms have been proposed for converting carbohydrate biomass into 5-hydroxymethylfurfural (5-HMF) and levulinic acid (LA), with ionic liquids playing a key role. The process involves multiple steps, beginning with biomass dissolution in ionic liquids, which enhances substrate accessibility and facilitates hydrolysis into glucose. This is followed by glucose isomerization into fructose and the subsequent dehydration of fructose into 5-HMF.
Theoretically, 5-HMF forms through the acid-catalyzed removal of three water molecules from hexose sugars, while LA results from the rehydration of 5-HMF. However, unwanted side reactions, including polymerization, can lead to the formation of humins, reducing product yields. Several mechanisms describe the conversion of glucose, fructose, and cellulose to 5-HMF in ionic liquids, differing based on the role of the ionic liquid and catalysts.
For example, in 1-allyl-3-methylimidazolium chloride (AMIMCl), the chloride anion (Cl^-) attaches to the C_1 hydroxyl group of fructose, facilitating dehydration and the formation of an enediol intermediate. This intermediate undergoes isomerization into aldehyde forms, eliminating two water molecules to yield 5-HMF. Similarly, in [BMIM][Cl], both the cation ($BMIM^+$) and anion (Cl^-) participate in the reaction, aiding in the stabilization of intermediates and the final transformation into 5-HMF [22, 23, 24].
Brønsted acidic ionic liquids such as [PSMBIM]HSO_4, the sulfonic acid group acts as an electrophile, activating the C–OH bond, while HSO_4^- assists via hydrogen bonding at C1. This leads to stepwise dehydration, forming an enol intermediate and ultimately 5-HMF [25, 26].
Lewis acid catalysts, such as cobalt salts, further enhance the conversion process. Tao et al. demonstrated that glucose conversion in 1-(4-sulfonic acid)butyl-3-methylimidazolium hydrogen sulfate, with cobalt sulfate ($CoSO_4$), involves glucose isomerization into fructose. The $CoSO_4$ forms a complex with the ionic liquid, aiding the transformation from α- to β-anomers and promoting fructose dehydration[27].
Cellulose degradation into 5-HMF has also been studied in [BMIM][Cl] with a $CrCl_3$ catalyst. In this case, $CrCl_3$ forms a complex with the ionic liquid, which cleaves β-1,4-glycosidic bonds in cellulose. Simultaneously, hydrogen bonding between [BMIM][Cl] and cellulose hydroxyl groups assists in glycosidic bond cleavage. The released glucose undergoes isomerization into fructose and subsequent dehydration into 5-HMF.
Other metal salts, including $FeCl_2$ and $InCl^3$, have demonstrated efficiency in catalyzing cellulose and chitosan degradation within ionic liquid systems. Additionally, ionic liquids like [BMIM][Cl] enhance catalyst accessibility and promote glucose-to-fructose isomerization, with the chloride

anion functioning as both a nucleophile and a base [28, 29, 30].

Conversion of Cellulose to 5-HMF

The conversion of cellulose into 5-HMF is a complex process that relies on effective hydrolysis strategies. Due to the polymeric structure of cellulose, its limited solubility in most solvents poses significant challenges during this process. Various catalytic strategies have been explored to enhance cellulose depolymerization, with acid-catalyzed hydrolysis being among the most extensively studied approaches [2].

During acid-catalyzed hydrolysis, hydronium ions (H_3O^+) weaken the β-1,4-glycosidic bonds in cellulose, facilitating its breakdown into glucose and other intermediate products. Strong mineral acids (e.g., H_2SO_4, HCl) or weaker organic acids serve as catalysts, influencing reaction selectivity and yield.

Various approaches exist for cellulose depolymerization, with acid-catalyzed hydrolysis being among the most extensively studied. However, alternative technologies have also been developed to achieve cellulose breakdown and conversion into monomers. These include dissolution-based methods and catalytic hydrothermal liquefaction. The dissolution process utilizes different solvents to break down cellulose, while hydrothermal liquefaction involves high-temperature and high-pressure water as a catalytic medium to convert cellulose into lower-molecular-weight products [31].

Ionic liquids play a multifunctional role in the conversion of lignocellulosic biomass. On one hand, these unique solvents disrupt the lignocellulosic structure, facilitating its initial breakdown and promoting cellulose fiber separation. On the other hand, ionic liquids act as active sites in the sequential conversion of sugars into 5-HMF and levulinic acid (LA). This functionality is attributed to their ability to regulate the polarity of the reaction medium and enhance catalytic activity [32].

To sum up, the conversion of cellulose into 5-HMF is a complex process that relies on effective hydrolysis strategies. Acid-catalyzed hydrolysis remains one of the most widely studied approaches, leveraging hydronium ions to cleave β-1,4-glycosidic bonds and break down cellulose into glucose. However, alternative methods such as dissolution-based techniques and catalytic hydrothermal liquefaction provide additional pathways for cellulose depolymerization. Ionic liquids further enhance this transformation by both disrupting the lignocellulosic structure and actively facilitating sugar conversion into 5-HMF and LA. Understanding the interplay between catalysts, solvents, and reaction conditions is crucial for optimizing cellulose conversion efficiency and improving product yields.

Conclusion

The efficient conversion of lignocellulosic biomass into biofuels and platform chemicals such as 5-HMF and LA is fundamental to the development of sustainable biorefinery technologies. Ionic liquids have emerged as promising alternatives to conventional solvents, offering enhanced solubility, catalytic activity, and recyclability. Their ability to disrupt cellulose's hydrogen bonding network and facilitate hydrolysis significantly improves biomass conversion efficiency. While acid-catalyzed hydrolysis remains a key approach, alternative methods like dissolution-based techniques and hydrothermal liquefaction provide additional pathways for cellulose breakdown. Continued research on optimizing catalysts, refining process conditions, and improving IL recycling strategies will be essential for making biomass valorization more

economically viable and environmentally sustainable.

References

1. Eminov, Sanan, Paraskevi Filippousi, Agnieszka Brandt, James DET Wilton-Ely, and Jason P.Hallett "Direct Catalytic Conversion of Cellulose to 5-Hydroxymethylfurfural Using Ionic Liquids" , Inorganics, Volume 4, Article number 4 ,page 32, 20 October 2016, https://doi.org/10.3390/inorganics4040032
2. Jonsson, Leif J., Björn Alriksson, and Nils-Olof Nilvebrant. "Bioconversion of lignocellulose: Inhibitors and detoxification" Biotechnology for Biofuels, Volume 6, Article number: 16, page 1-10, 28 January 2013, https://doi.org/10.1186/1754-6834-6-16
3. Алиева, Айсель Вагиф Кызы, and Зиарат Нагиевна Пашаева. "Изучение процеса растворения целлюлозы в присутствии ионных жидкостей." Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы 1 (69) (2023): 19-29.
4. Dilip G. Raut, Ola Sundman, Weiqing Su, Pasi Virtanen, Yasuhito Sugano, Krisztian Kordas, Jyri-Pekka Mikkola,"A morpholinium ionic liquid for cellulose dissolution" Carbohydrate Polymers, Volume 130, Pages 18-25, 19 May 2015, https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.04.032
5. Пашаева, З. Н. и т.д. "Изучение реакции превращения целлюлозы в производные фурфурола в присутствии ионных жидкостей." Вестник Башкирского университета 28.2 (2023): 198-205. https://doi.org/10.33184/bulletin-bsu-2023.2.10
6. Silveira, Marcos Henrique Luciano, Ana Rita C. Morais, Andre M. da Costa Lopes, Drielly Nayara Olekszyszen, Rafal Bogel Lukasik, Jürgen Andreaus, and Luiz Pereira Ramos. "Current pretreatment technologies for the development of cellulosic ethanol and biorefineries.", ChemSusChem. Volume 8, Article number: 20, page 3366-3390, 14 September 2015, https://doi.org/10.1002/cssc.201500282
7. Pashayeva, Ziyarat Naghi, Minavar Jafar İBragimova, and Fakhriyya Mohammad Abdullayeva. "Possibilities For Using Ionic Liquids In The Polymerization Process." Journal of Physics: Conference Series. Vol. 2834. No. 1. IOP Publishing, 2024., https://doi.org/10.1088/1742-6596/2834/1/012185
8. Ibrahimova, Minaver J., et al. "Synthesis and study of ionic liquid quaternary ammonium salt." Processes of Petrochemistry and Oil Refining 1 (2024), https://doi.org/10.62972/1726-4685.si2024.1.114
9. Nur Aainaa, Syahirah Ramli, and Saidina Amin Nor Aishah. "Catalytic conversion of carbohydrate biomass in ionic liquids to 5-hydroxymethyl furfural and levulinic acid: a Review", BioEnergy Research, Volume 13, page 693-736,11 April 2020 https://doi.org/10.1007/s12155-020-10125-8
10. Siankevich, Sviatlana, Zhaofu Fei, Rosario Scopelliti, Philip G. Jessop, Jiaguang Zhang, Ning Yan, and Paul J. Dyson. "Direct Conversion of Mono and Polysaccharides into 5-Hydroxymethylfurfural Using Ionic-Liquid Mixtures", ChemSusChem Volume 9, Article number 16, page 2089-2096, 27 June 2016, https://doi.org/10.1002/cssc.201600313
11. Sarwono, Ariyanti, Zakaria Man, Nawshad Muhammad, Amir Sada Khan, Wan Suzaini Wan Hamzah, Asyraf Hanim Abdul Rahim, Zahoor Ullah, and Cecilia Devi Wilfred. "A new approach of probe sonication assisted ionic liquid conversion of glucose, cellulose and biomass into 5-hydroxymethylfurfural" Ultrasonics Sonochemistry Volume 37, page 310-319, 1 June 2017, https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2017. 01.028

12. Halder, Pobitra, Sazal Kundu, Savankumar Patel, Adi Setiawan, Rob Atkin, Rajarathinam Parthasarthy, Jorge Paz-Ferreiro, Aravind Surapaneni, and Kalpit Shah. "Progress on the pre-treatment of lignocellulosic biomass employing ionic liquids", Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 105, page 268-292,10 May 2019, https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.01.052
13. Tadesse, Haregewine, and Rafael Luque. "Advances on biomass pretreatment using ionic liquids: an overview." Energy & Environmental Science, Volume 4, Article number: 10, page 3913-3929, 31 January 2011, https://doi.org/10.1039/C0EE00667J
14. Lee, Jin-Woo, Myoung-Gyu Ha, Young-Byung Yi, and Chung-Han Chung. "Chromium halides mediated production of hydroxymethylfurfural from starch-rich acorn biomass in an acidic ionic liquid." Carbohydrate research, Volume 346, Article number: 2, page 177-182, 1 February 2011, https://doi.org/10.1016/j.carres.2010.11.009
15. Yi, Young-Byung, Jin-Woo Lee, Seong-Sig Hong, Young-Hun Choi, and Chung-Han Chung. "Acid-mediated production of hydroxymethylfurfural from raw plant biomass with high inulin in an ionic liquid." Journal of Industrial and Engineering Chemistry, Volume 17, Article number: 1, page 6-9, 25 January 2011, https://doi.org/10.1016/j.jiec.2010.12.017
16. Yi, Young-Byung, Jin-Woo Lee, Young-Hun Choi, Suk-Man Park, and Chung-Han Chung. "Simple process for production of hydroxymethylfurfural from raw biomasses of girasol and potato tubers." Biomass and Bioenergy, Volume 39, page 484-488, 20 January 2012, 20 January 2012, https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.01.011
17. Ya'aini, Nazlina, and Nor Aishah Saidina Amin. "Catalytic conversion of lignocellulosic biomass to levulinic acid in ionic liquid." *BioResources* ,Volume 8, Article number 4 , page 5761-5772, 2013, https://doi.org/10.15376/biores.8.4.5761-5772
18. Ramli, Nur Aainaa Syahirah, and Nor Aishah Saidina Amin. "Catalytic conversion of oil palm fronds to levulinic acid in ionic liquid." Applied Mechanics and Materials Volume 625, page 361-365, September 2014, https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.625.361
19. Zhang, Zehui, and Zongbao K. Zhao. "Microwave-assisted conversion of lignocellulosic biomass into furans in ionic liquid." Bioresource technology , Volume 101, Article number 3 , page 1111-1114, 2010, https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.09.010
20. Mathur, D., and Saikat Chakraborty. "Kinetics of microwave-based ionic liquid-mediated catalytic conversion of Ricinus Communis to biofuel products," Chemical Engineering Transactions Volume 42, page 967-972, 20 August 2016, https://doi.org/10.3303/CET1652162
21. Wang, Pan, Hongbing Yu, Sihui Zhan, and Shengqiang Wang. "Catalytic hydrolysis of lignocellulosic biomass into 5-hydroxymethylfurfural in ionic liquid." Bioresource technology . Volume 102, Article number 5, page 4179-4183, March 2011 https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.12.073
22. Shi, Jincai, Yan Yang, Ningning Wang, Zhanxin Song, Haiyan Gao, Yongmei Xia, Wei Li, and Haijun Wang. "Catalytic conversion of fructose and sucrose to 5-hydroxymethylfurfural using simple ionic liquid/DMF binary reaction media." *Catalysis Communications* Volume 42, page 89-92, 5 December 2013, https://doi.org/10.1016/j. catcom.2013.08.009
23. Ryu, Jihye, Jae-Wook Choi, Dong Jin Suh, Dong June Ahn, and Young-Woong Suh. "Dual catalytic function of 1, 3-dialkylimidzolium halide ionic liquid on the dehydration of fructose to 5-hydroxymethylfurfural." Catalysis Communications Volume 24, page 11-15, 5 July 2012, https://doi.org/10.1016/j.catcom.2012.03.005

24. Kotadia, Deepali A., and Saurabh S. Soni. "Symmetrical and unsymmetrical Brønsted acidic ionic liquids for the effective conversion of fructose to 5-hydroxymethyl furfural." Catalysis Science & Technology Volume 3 , Article number 2, page 469-474, https://doi.org/10.1039/C2CY20493B
25. Tao, Furong, Huanling Song, and Lingjun Chou. "Catalytic conversion of cellulose to chemicals in ionic liquid." Carbohydrate research Volume 346 , Article number 1, page 58-63, 3 January 2011, https://doi.org/10.1016/j.carres.2010.10.022
26. Tao, Furong, Huanling Song, and Lingjun Chou. "Hydrolysis of cellulose by using catalytic amounts of FeCl2 in ionic liquids." ChemSusChem Volume 3 , Article number 11, page 58-63, 8 October 2010, https://doi.org/10.1002/cssc.201000184
27. Tao, Furong, Huanling Song, Jian Yang, and Lingjun Chou. "Catalytic hydrolysis of cellulose into furans in MnCl2–ionic liquid system." Carbohydrate Polymers, Volume 85, Article number 2, page 363-368, https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.02.040
28. Zhou, Lilong, Yiming He, Zhanwei Ma, Runjuan Liang, Tinghua Wu, and Ying Wu. "One-step degradation of cellulose to 5-hydroxymethylfurfural in ionic liquid under mild conditions." Carbohydrate Polymers, Volume 117, page 694-700, 6 March 2015, https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.10.062
29. Zhou, Lilong, Runjuan Liang, Zhanwei Ma, Tinghua Wu, and Ying Wu. "Conversion of cellulose to HMF in ionic liquid catalyzed by bifunctional ionic liquids." Bioresource technology, Volume 129, page 450-455, https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.11.015
30. Li, Hu, Qiuyun Zhang, Xiaofang Liu, Fei Chang, Deyu Hu, Yuping Zhang, Wei Xue, and Song Yang. "InCl 3-ionic liquid catalytic system for efficient and selective conversion of cellulose into 5-hydroxymethylfurfural." Rsc Advances , Volume 3, Article number 11, page 3648-3654, 9 Jan 2013, https://doi.org/10.1039/C3RA23387A
31. Akhtar, Javaid, and Nor Aishah Saidina Amin. "A review on process conditions for optimum bio-oil yield in hydrothermal liquefaction of biomass." Renewable and Sustainable Energy Reviews , Volume 15, Article number 3, page 1615-1624, April 2011, https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.11.054
32. Brandt, Agnieszka, John Gräsvik, Jason P. Hallett, and Tom Welton. "Deconstruction of lignocellulosic biomass with ionic liquids." Green chemistry, Volume 15, Article number 3, page 550-583 19 December 2012, https://doi.org/10.1039/C2GC36364J

İon mayelərinin iştirakında biokütlənin çevrilməsi: 5-HMF və levulin turşusunun alınmasına yanaşmalar

Paşayeva Ziyarət Nağı[1], Ibrahimova Minavər Cəfər[2], Əmirli Fariz Əli[3], Qaya Namazlı[4], Abdullayeva Fəxriyə Məhəmməd[5]

[1,2,5] Akademik Y. H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan
[1,3,4,5]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan
[1]ziyaretchem@gmail.com, http://orcid.org/0000-0002-0358-0966
[2]minaver-ibrahimova@rambler.ru, http://orcid.org/0009-0001-6686-8000
[3]fariz.emirov@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0000-0002-9095-2982
[4]namazliqaya@gmail.com, https://orcid.org/0009-0007-8936-7931
[5]faxriye85@mail.ru,http://orcid.org/0009-0004-1899-9649
Müvafiq müəllifin e-poçtu: ziyaretchem@gmail.com

XÜLASƏ

Bu məqalə, ion mayelərinin (İM) lignosellüloza biokütləsinin 5-hidroksimetilfurfural (5-HMF) və levulin turşusu (LA) kimi qiymətli kimyəvi maddələrə çevirməkdəki rolunu vurğulayır. İon mayeləri, öz tənzimlənə bilən xüsusiyyətləri ilə biokütlənin həllolmasını yaxşılaşdırır və həm həlledici, həm də katalizator kimi rol oynayaraq hidroliz və çevrilmə effektivliyini artırır. Məqalədə, karbohidratların çevrilmə mexanizmləri, o cümlədən sellülozanın depolimerizasiyası, qlükozanın izomerizasiyası və fruktozanın dehidratasiyası, ion mayeləri və metal halogenid katalizatorlarının iştirakında araşdırılır. Ultrasəs vasitəsilə hidroliz kimi müasir üsullar da müzakirə olunur. İon mayelərinin böyük potensialına baxmayaraq, yüksək xərclər və təkrar istifadə qabiliyyəti kimi çətinliklər mövcuddur. Məqalə, ion mayelərinin davamlı biorefineriyalar üçün ümidverici olduğu qənaətinə gəlir və onların iqtisadi və ekoloji mümkünlüyünü optimallaşdırmaq üçün əlavə tədqiqatlar zəruriyini bildirir.
Açar sözlər: ion mayeləri, lignosellüloza biolütləsi, 5-hidroksimetilfurfural (5-HMF), levulin turşusu (LT), biokütlənin ilkin emalı, sellülozanın hidrolizi

Ионные жидкости в превращении биомассы: подходы к получению 5-ГМФ и левулиновой кислоты

Пашаева Зиярет Наги[1], Ибрагимова Минавер Джафар[2], Амирли Фариз Али[3], Намазлы Гая[4], Абдуллаева Фахрия Магамед[5]
[1,2,5] Институт Нефтехимических Процессов имени академика Ю.Г. Мамедалиева, Баку, Азербайджан
[1,3,4,]5Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Баку, Азербайджан
[1]ziyaretchem@gmail.com, http://orcid.org/0000-0002-0358-0966
[2]minaver-ibrahimova@rambler.ru, http://orcid.org/0009-0001-6686-8000
[3]fariz.emirov@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0000-0002-9095-2982
[4]namazliqaya@gmail.com, https://orcid.org/0009-0007-8936-7931
[5]faxriye85@mail.ru,http://orcid.org/0009-0004-1899-9649
Адрес электронной почты автора: ziyaretchem@gmail.com

АННОТАЦИЯ
Этот обзор подчеркивает роль ионных жидкостей (ИЖ) в превращении лигноцеллюлозной биомассы в ценные химические вещества, такие как 5-гидроксиметилфурфурол (5-ГМФ) и левулиновая кислота (ЛК). Ионные жидкости, благодаря своим настраиваемым свойствам, улучшают растворимость биомассы и действуют как растворители и катализаторы, повышая эффективность гидролиза и превращения. В статье исследуются механизмы превращения углеводов, включая деполимеризацию целлюлозы, изомеризацию глюкозы и дегидратацию фруктозы, которые облегчаются ионными жидкостями и катализаторами на основе галогенидов металлов. Также обсуждаются передовые методы, такие как микроволновый и ультразвуковой гидролиз. Несмотря на их потенциал, остаются проблемы, такие как высокая стоимость и возможность повторного использования. Обзор приходит к выводу, что ионные жидкости перспективны для устойчивых биорефинарий, но необходимы дальнейшие исследования для оптимизации их экономической и экологической жизнеспособности.
Ключевые слова: ионные жидкости, лигноцеллюлозная биомасса, 5-гидроксиметилфурфурол (5-ГМФ), левулиновая кислота (ЛК), предварительная обработка биомассы, гидролиз целлюлозы

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0417

NONEN-MALEİN ANHİDRİDİ-STİROL ÜÇLÜ BİRGƏ POLİMERİNİN SİNTEZİ

Rəsmiyyə Məmmədova[1],Səidə Məmmədli[2], Minə Nəsirova[3]

[1,2,3]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan

[1]resmiyye.mammadova.e@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0009-0007-8698-8302
[2] seide.mamedli@yandex.ru. http://orcid.org/0000-0003-2269-3306
[3] mina.nasirova@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0009-0007-1361-1440

XÜLASƏ

Bu işdə nonen (Non), malein anhidridi (MA) və stirolun (St) radikal üçlü birgə polimerləşməsinin nəticələri verilmişdir. Üçlü birgə polimerləşmə benzoil peroksidi iştirakı ilə tsiklopentanon mühitində aparılmışdır. Üçlü birgə polimerin çıxımına və xarakteristik özlülüyün qiymətinə monomerlərin mol nisbətinin, ümumi qatılığın, inisiator miqdarının, reaksiya temperaturunun və vaxtının təsiri tədqiq edilmişdir. Monomerlərin müxtəlif nisbətlərində əldə edilən nəticələr göstərir ki, MA mol miqdarının artması ilə üçlü birgə polimerin çıxımı və xarakteristik özlülüyün qiyməti artır və [MA]:[St]:[Nonen] = 2:1:1-də maksimuma çatır. Monomerlər üçün sabit nisbətdə 2:1:1, onların ümumi qatılıqları 1,0 mol•l^{-1} -dən 5,0 mol•l^{-}-ə dəyişdirildikdə, üçlü birgə polimerin çıxımı 28,5%-dən 72,3%-ə, xarakteristik özlülüyün qiyməti isə 0,5 dl/q-dan 0,7 dl/q-a yüksəlmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, bensoilperoksidinin konsentrasiyası 3,1•10 mol•l^{-}-dən 15,3•10 mol•l^{-}-ə dəyişdirildikdə üçlü birgə polimerin çəximıı 83,8-85,8%-ə çatmış, lakin xarakteristik özlülüyün qiyməti 0,38-0,4 dl/q-dək azalmışdır. Müşahidə olunur ki, reaksiya temperaturu 60-90 dərəcə arasında dəyişdirildikdə, üçlü birgə polimerin çıxımı artır və xarakteristik özlülüyün qiyməti azalır. Monomerlərin müxtəlif mol nisbətlərində sintez edilən üçlü birgə polimerlərin təhlili aparılıb və əldə edilən nəticələrə əsasən monomerlərin müxtəlif mol nisbətlərində alınan üçlü birgə polimerlərdə ən yaxşı göstəricilər MA, St və Nonenin 2:1:1 nisbətində olmuşdur. Üçlü birgə polimer tərkibinin sabit [MA]:[St]:[Nonen] = 2:1:1 kimi müəyyən edilməsi onu göstərir ki, öyrənilən sistemlərdə üçlü birgə polimerləşmə MA.....St və MA.....Nonen donor-akseptor komplekslərinin əmələ gəlməsi ilə baş verir. Bu komplekslərin mövcudluğu IQ-spektroskopiya üsulu ilə aşkar edilmişdir.

Alınan üçlü birgə polimerlər aseton, metiletilketon, tsiklopentanon, tsikloheksanon və asetat anhidriddə həll olan ağ rəngli bərk maddələrdir.

Açar sözlər: *nonen, stirol, malein anhidridi, üçlü birgə polimer, nonen-malein anhidridi-stirol birgə polimeri, benzoil peroksidi, tsiklopentanon, İQ, xarakteristik özlülüyün təyini (viskozimetr)*

GİRİŞ

Sopolimerlər homopolimerlərdən daha fərqli xüsusiyyətlər göstərir və xüsusən yüksək mexaniki və termal xüsusiyyətlərə malik ola bilərlər. İki monomerin polimerləşməsindən alınan sopolimerlərin reaksiya şəraiti hərtərəfli öyrənilsə də üç monomerin polimerləşməsi ətraflı tədqiq edilməmişdir. Bir çox tədqiqatçılar bu və ya buna yaxın mövzularda bir sıra araşdırmalar və tədqiqatlar aparmışlar. Bunlardan məsələn, Runglawan Somsunan (Chiang Mai University) və

Patchara Punyamoonwongsa (Mae Fah Luang University) 2022-ci ildə "Stirol-malein turşusu blok sopolimerlərinin akrilamid və N,N-dietilakrilamid ilə sintezi və xarakterizasiyası" mövzusunda onlar "Polymer Engineering and Science 62 (6)" jurnalında öz məqalələrini çap etmişdilər [1]. Burada onlar, Stirol-malein turşusu (SMA) blok sopolimerləri, ya akrilamid (AM), ya da N,N-dimetilakrilamid (DMA) ilə üç mərhələli bir proses vasitəsilə sintez edilmişdir: İlkin mərhələdə Stirol və Malein anhidridin həlledicidə fotopolimerizasiyası nəticəsində alternativ stirol malein anhidrid (SMAnh) sopolimerinin alınması, ikinci mərhələdə SMAnh ilə AM və ya DMA-nın sopolimerizasiyası nəticəsində SMAnh-b-AM və SMAnh-b-DMA blok sopolimerlərinin əldə edilməsi, və sonda anhidrid qruplarının hidrolizi nəticəsində su ilə həll olunan SMA-b-AM və SMA-b-DMA blok sopolimerlərinin son məhsul kimi əldə edilməsi. Membran zülallarının həllolunması məqsədinə yönəldilmiş olaraq, molekulyar çəki, ilkin mərhələ zamanı tətbiq olunan sintez şəraitləri ilə 10,000-dən aşağı nəzarət altında saxlanılır, o cümlədən zəncir transfer agenti kimi karbon tetrabromid (CBr_4)-in istifadəsi. CBr_4 həmçinin ikinci mərhələdə mühüm rol oynayır. İlkin mərhələdə SMAnh zəncir radikallarının C-Br bağları ilə fotolitik aktiv şəkildə sonlandırılması sayəsində, SMAnh zəncir radikalları yenidən bərpa olunur və AM və ya DMA-nın polimerizasiyası üçün makroistiləyicilər kimi fəaliyyət göstərir [2]. Nəhayət, sonuncu mərhələdən sonra və SMA zəncirinin həlldə pH-a asılı olan konformasiyasına görə, pH 7–8 optimal olaraq tapılmışdır ki, bu da son məhsulların tamamilə su ilə həll olunan bərk formada çökdürülməsini təmin edir. SMA-b-AM və SMA-b-DMA-nın bəzi yeni blok sopolimerlərinin sintezi və xarakterizasiyası təsvir edilmişdi. Onların aqressiv NaOH həllindən izolyasiyası zamanı pH-ın diqqətlə nəzarət edilməsi ilə SMA-b-AM və SMA-b-DMA son məhsulları tamamilə su ilə həll olunan bərk maddə şəklində əldə edilmişdir. Su ilə həllolunma, onların membran zülallarının həll olunmasında istifadə məqsədi üçün vacib bir tələb olmasını ortaya qoymuşdular. Qeyd etdiyimiz mənbələrdəki tədqiqat işlərində üçlü birgə polimer mərhələli şəkildə sintez edilmişdir, calaq və blok birgə polimerlərdi. Bizim tərəfimizdən sintez edilən üçlü birgə polimer isə bir mərhələdə sintez olunmuşdur və xətti nizamlı quruluşa malikdir.

MƏQSƏD

Problemin aktuallığı və əlaqəli tədqiqatlar

Bu işdə məqsəd nonen-malein anhidridi-stirol üçlü sopolimerini sintez etmək və sintez şəraitini öyrənməkdir. Olefinlər neft-kimya sənayesinin çoxtonnajlı əsas məhsullarından olub, müxtəlif üzvi birləşmələrin, sürtgü yağlarının, polimer materiallarının və s. alınması üçün istifadə olunurlar. İstehsal olunan olefinlərin böyük hissəsi polimer materiallarının hazırlanması istiqamətində sərf olunur. Makromolekulunda malein anhidridi manqası olan birgə polimerlər bu polimerlərin müxtəlif kimyəvi çevrilmələrini aparmağa və onların müxtəlif təyinatlı kompozisiya materiallarının komponentləri kimi istifadə olunmasına imkan verir. Bu cəhətdən neft-kimya sənayesinin əsas məhsullarından biri olan maye olefinlərin malein anhidridi ilə birgə polimerlərinin müxtəlif kompozisiya materiallarının hazırlanması üçün istifadə oluna bilməsi praktiki əhəmiyyət kəsb edir [4-18].Bu deyilənlər, nonen malein anhidridi və stirolun radikal üçlü birgə polimerinin sintezinə həsr olunmuş işin aktuallığını müəyyən edir.

Metodlar

Birgə polimerləşmə reaksiyasını aparmaq üçün Non və St təkrar distillə yolu ilə, MA benzoldan kristallaşdırmaqla, inisiator kimi istifadə olunan benzoil peroksid xloroformdan kristallaşdırmaqla təmizlənir.

Üçlü birgə polimer laboratoriya şəraitində əksoyuducu və qızdırıcı ilə təchiz olunmuş üçboğazlı kolbada sintez olunmuşdur. Təmizlənmiş monomerləri və inisiatoru tsiklopentanonda həll edərək kolbaya əlavə edilir və müəyyən olunmuş temperaturda polimerləşmə prosesi başa çatana qədər qarışdırılır.

Polimer sintezi prosesində nonen, malein anhidridi (MA) və stirolun (St) sopolimerləşməsi nəticəsində alınan məhsulun təmizlənməsi vacib mərhələlərdən biridir. Üçlü polimeri əldə etdikdən sonra, məhsulun toluolda həll edilməsi və yenidən çökdürülməsi üsulu ilə polistirolun (St) sopolimerdən ayrılması məqsədi güdülür. Bu metod polistirolun digər monomerlərə nisbətən daha asan polimerləşən (aktiv polimerləşən) birləşmə olmasından irəli gəlir və onun sopolimerlə qarışmasını minimuma endirmək üçün həyata keçirilir. Toluolda həll etdikdən sonra yenidən çökdürmə prosesi ilə polistirolun ayrılması təmin edilir.

Polimer sintezi zamanı müxtəlif mol nisbətlərdə (MA):(St):(Nonen) sopolimerləşmə reaksiyaları aparılmışdır. Müxtəlif kombinasiyaların sınaqdan keçirilməsi nəticəsində 2:1:1 nisbətinin daha optimal olduğu müəyyən edilmişdir. Bu nisbət sopolimerin həm mexaniki möhkəmliyi, həm də kimyəvi stabilliyini təmin edir.

Digər nisbətlər, məsələn, (MA):(St):(Nonen) = 1:1:1 və ya 3:1:1 kimi kombinasiyalar test edilmişdir, lakin bu nisbətlərdə sopolimer məhsulunun homogenliyi və keyfiyyəti kifayət qədər yüksək olmamışdır. Məsələn, 1:1:1 nisbətində alınan məhsulda polistirolun yüksək miqdarda mövcud olması müşahidə edilmiş və onun ayrılması daha çətin olmuşdur. 3:1:1 nisbətində isə malein anhidridinin çoxluğu nəticəsində sopolimerin həddən artıq sərt olması və mexaniki elastikliyinin azalması qeydə alınmışdır.

Bu səbəbdən (MA):(St):(Nonen) = 2:1:1 nisbəti həm polistirolun effektiv təmizlənməsinə, həm də üçlü birgə polimerin tələb olunan xüsusiyyətlərini qoruyub saxlamasına imkan verən ən əlverişli nisbət kimi müəyyən edilmişdir.

Sintez edilən polimerin tərkibi və quruluşu təyin edildikdən sonra, onun kimyəvi xassələrinin analizi üçün infraqırmızı (IQ) spektroskopiya tətbiq edilmişdir. IQ spektrində, polimerin əsas funksional qruplarına aid xarakteristik absorbiya pikləri müşahidə olunmuş və bu, polimerin uğurla sintez olunduğunu təsdiq etmişdir. Daha sonra, polimerin molekulyar ağırlığının və axıcılıq xassələrinin qiymətləndirilməsi üçün viskozimetrik analiz aparılmış və polimerin özlülük dəyəri təyin edilmişdir. Özlülüyün ölçülməsi polimerin molekulyar quruluşu və makromolekulyar dinamikası haqqında əlavə məlumatlar vermişdir.

Sintez edilmiş polimerin həlledicilərdəki həllolma qabiliyyəti araşdırılmışdır. Nəticələr göstərmişdir ki, polimer nə CCl_4 (karbontetraxlord) həlledicisində, nə də dixloretan həlledicisində həll olmur. Bununla belə, polimer tsikloheksan həlledicisində asanlıqla həll olmuşdur. Bu, polimerin kimyəvi quruluşu və həlledici ilə qarşılıqlı təsirlərinə əsasən həlledici-seçici davranışını əks etdirir.

NƏTİCƏLƏR VƏ MÜZAKİRƏ

Ümumi olaraq, üçlü birgə polimerin sintez və təmizlənmə prosesi, elmi prinsiplərə əsaslanaraq həyata keçirilib. Polimerin müxtəlif mərhələlərdəki təmizlənməsi, həlledici seçimi və sintez prosesləri düzgün aparılıb ki, bu da əldə edilən məhsulun yüksək keyfiyyətli və stabil xüsusiyyətlərə malik olmasını təmin edib. Üçlü birgə polimerin optimal (MA):(St):(Nonen) = 2:1:1 nisbətində sintezi daha yaxşı nəticələr verib, digər nisbətlərdə isə qeyri-kafi məhsul keyfiyyəti müşahidə edilib. Nonen-malein anhidridi-stirol üçlü birgə polimerinin sintezini öyrənən zaman sopolimerin çıxımına (a) və xarakteristik özlülüyünə (**η**) monomerlərin mol

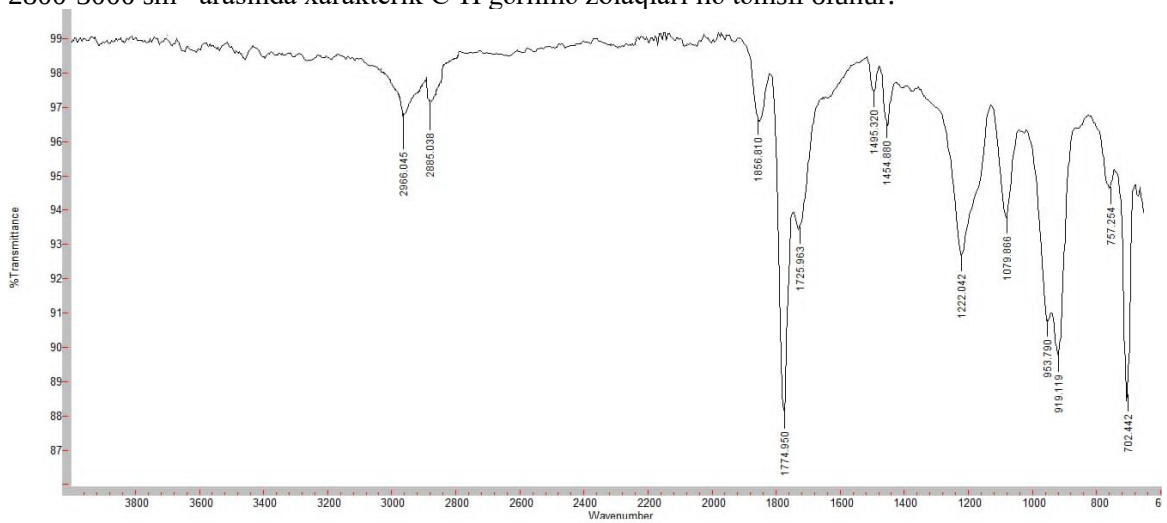
nisbətinin, temperaturun, monomerlərin cəm qatılığının və BP-nin miqdarının təsiri öyrənilmişdir. Nəticələr cədvəl 1-də öz əksini tapır.

Cədvəl 1. Non-MA-St sopolimerin xarakteristik özlülüyü və çıxımına müxtəlif amillərin təsiri.

Şərait				Çıxım, %	[η], dl/q
[Non]:[MA]:[St]	[BP]mol·l^{-1}	∑M, mol·l^{-1}	Temp. ^{0}C		
1:1:1	0,0062	4.0	70	47.6	0.57
1:2:1	0,0062	4.0	70	65.6	0.65
1:3:1	0,0062	4.0	70	67.3	0.68
1:4:1	0,0062	4.0	70	68.5	0.67
1:1:2	0,0062	4.0	70	48.9	0.70
1:1:3	0,0062	4.0	70	50.1	0.70
1:1:4	0,0062	4.0	70	51.2	0.67
2:1:1	0,0062	4.0	70	32.0	0.54
3:1:1	0,0062	4.0	70	20.3	0.35
4:1:1	0,0062	4.0	70	16.8	0.23
1:2:1	0,0031	4.0	70	71.8	0.68
1:2:1	0,0093	4.0	70	73.9	0.56
1:2:1	0,0124	4.0	70	78.9	0.43
1:2:1	0,0153	4.0	70	85.0	0.37
1:2:1	0,0062	2.0	70	45.2	0.58
1:2:1	0,0062	3.0	70	58.8	0.61
1:2:1	0,0062	5.0	70	70.3	0.70
1:2:1	0,0062	4.0	60	36.6	0,60
1:2:1	0,0062	4.0	80	77.1	0.65
1:2:1	0,0062	4.0	90	79.7	0.56

Cədvəldə göründüyü kimi üçlü birgə polimerin sintezi üçün optimal şərait [Non]:[MA]:[St] =1:2:1, [BP] =0,0062 mol·l^{-1}, monomerlərin cəm qatılığı 4.0 mol·l^{-1}, temperatur 80 ^{0}C, reaksiya müddəti 1 saatdır.

Sopolimerin İQ spektrini analiz edərək, ilk növbədə onun tərkibindəki malein anhidridi (MA), stirol (St) və nonenin (Nonen) qalıqlarını müəyyən etmək olar. MA-ın karbonil (C=O) qrupuna aid olan güclü absorbiya zolağı təxminən 1700 sm^{-1} dalğa ədədində müşahidə edilməlidir, bu da onun sopolimerin quruluşunda iştirak etdiyini təsdiqləyir. Eyni zamanda, stirolun aromatik halqasına aid C-H gərilmə vibrasiyaları 3000-3100 sm^{-1} arasında bir zolaq olaraq görünməlidir. Nonenin alifatik karbon zənciri isə 2800-3000 sm^{-1} arasında xarakterik C-H gərilmə zolaqları ilə təmsil olunur.



Şəkil 1. Nonen-MA-St sopolimerinin infraqırmızı spektri

Spektrin müqayisəsi zamanı, sintez edilmiş sopolimerin funksional qruplarının hamısının gözlənilən absorbiya zolaqlarını göstərdiyini yoxlamaq vacibdir. Əgər sintez zamanı istənilən nisbətdə sopolimer yaranıbsa, hər üç monomerin (MA, St və Nonen) spektrdə nəzərə çarpan zolaqları aşkarlanmalıdır. Əks halda, spektrdə istənməyən polistirolun və ya digər yan məhsulların izlərinə rast gəlinə bilər.

Bu analiz onu göstərir ki, sopolimerin gözlənilən funksional qrupları ilə tam uyğundur. İQ spektrdə təxminən 1700 sm^{-1} civarında malein anhidridi (MA) üçün xarakterik karbonil (C=O) qrupunun güclü absorbiya zolağı, həmçinin 3000-3100 sm^{-1} aralığında stirolun (St) aromatik C-H gərilmə vibrasiyaları aydın şəkildə müşahidə olunur. Nonenin (Nonen) alifatik C-H gərilmə vibrasiyaları isə 2800-3000 sm^{-1} diapazonunda təmsil olunmuşdur. Bu zolaqların mövcudluğu sopolimerin sintezinin uğurla həyata keçirildiyini və məhsulun gözlənilən kimyəvi quruluşa malik olduğunu təsdiq edir. (şəkil 1)

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. Thidarat Khaojanta, Wichaya Kalaithong, Runglawan Somsunan, Patchara Punyamoonwongsa, Anisa Mahomed, Paul D. Topham, Brian J. Tighe, Robert Molloy. Synthesis and characterization of block copolymers of styrene-maleic acid with acrylamide and N,N-dimethylacrylamide. Polymer Engineering and Science 62(6) DOl:10.1002/pen.25986. April 2022.
2. Elchin O. Akperov , Oktay H. Akperov. The wastage of the cotton stalks (Gossypium hirsutum L.) as low-cost adsorbent for removal of the Basic Green 5 dye from aqueous solutions. 16 October 2019 © The Author(s) 2019
3. O.H.Əkbərov, R.E. Məmmədova, E.O.Əkbərov. Okten-1-malein anhidridi-stirol üçlü birgə polimerinin sintezi və tədqiqi. // Kimya problemləri. – 2007, №3, p. 10.
4. Oktay H. Akperov. Facile synthesis of CuS nanoparticles deposited on polymer nanocomposite foam and their effects on microstructural and optical properties. European Polymer Journal 68, 47-56. (2015).
5. Fariz Amirli, Rasmiyya Mammadova, Aman Eyvazov. Preparation of adhesive composition based on allyl propionate-styrene-malic anhydride tertiary copolymer. Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan. 2024.
6. Кабанов В.А., Зубов В.П., Семчиков Ю.Д. Комплексно-радикальная полимеризация. М.: Наука, 1987, с.253
7. Рзаев З.М. Полимеры и сополимеры малеинового ангидрида. Баку: Элм, 1984, 160 с.
8. Əlizadə S.C., Əkbərov E.O. Malein anhidridi -α -olefin birgə polimerləri əsasında suda həll olan polimerlərin alınması. Kimya problemləri, 2007, №2, s.271.
9. Əlizadə S.C.,Əkbərov E.O. Malein anhidridi -α -olefin birgə polimerləri əsasında suda həll 17 olan polimerlərinin allil efirlərinin alınması. Kimya problemləri, 2005, №4, s.73. 5. Əkbərov E.O., Həsənzadə S.B., Fətullayeva H.B., Əhmədov R.Y. Hepten -1 və Okten-1-in malein anhidridi ilə birgə polimerlərinin tpietanolamin və qliserinlə reaksiyası. Kimya problemləri, 2007, №2, s.300.
10. Əkbərov E.O., Məmmədova R.E., Əkbərov E.O. Hepten-1 (Okten-1) malein anhidridi – striol üçlü birgə polimerlərin allil spirti ilə efirləşməsi. Bakı Unversiteti Xəbərləri. Təbiət elmləri seriyası, 2009, №1,s.10.
11. Акперов О.Е., Кадимова Г.А., Акперов Э.О. и др. Синтез нового функционального сорбента на основе сополимера аллилпротеонат-малеиновый ангидрид-стирол и использование его для извлечения ионов меди (II) из водных растворов. Kimya problemləri, 2009, №1, с 83.
12. Azərbaycan Respublikası patenti İ 2007, 0133. 23.07.2007. Epoksid komporsiyası (O.H.Əkbərov, R.E.Məmmədova, E.O.Əkbərov). 9. Azərbaycan Respublikası patenti İ 2008 0071. 28.04.2008. Epoksid kompozisiyası (O.H.Əkbərov, R.E. Məmmədova, E.O.Əkbərov).
13. Акперов Е.О. Радикальная сополимеризация гептена - 1 с малеиновым ангидридом. Азерб. Хим. Журн. 2007, №3, с. 86.
14. Багирзаде, Р.З., Агамалиев, З.З., Мирзоев, В.Г., Расулов, Ч.К. Модифицированные пара-циклоалкилфеноламинные олигомеры-пленкообразователи для ЛКМ // «Техника и

технология нефтехимического и нефтегазового произ-водства». Материалы 7-й международной научно-техни-ческой конференции. Омск, 24-28 апреля, 2017, с.25.
15. Агамалиев, З.З., Эфендиева, Л.М., Аббасзаде, С.М., Расулов, Ч.К. Синтез 2-гидрокси-3-(метилциклогексенилизопропил)-5-метилбензиламиноэтилнонилимидазолинов – термостабилизаторы к полипропилену // XIV Международная научно-практическая конференция «Новые полимерные композиционные материалы». Нальчик, 4-8 июля, 2018, с.3-6.
16. Aghamaliyev Z.Z., Naghiyeva M.V., Rasulov Ch.K. Synthesis of 2-Hydroxy-3-(methylcyclo-hexenylisopropyl)-5-methylbenzylaminoethylnonyl imidazolines - the thermostabilizers to polypropylene // ScientificNet. Publisher in Materials Science & Engineering. Materials Science Forum, Switzerland, 2018. Vol. 935, p. 155-159.
17. Aghamaliyev Z.Z. Production and properties of surface-active compositions based on oxygenized nonylphenol and alkylymidazolines. // Processes of Petrochemistry and Oil Refining, Baku, 2021, Vol.22, No. 1, p. 50-57.
18. Qasımova F.İ., Yusifov Y.H., Əliyeva N.M., Ağamalıyev Z.Z., Rəsulov Ç.Q. Para-tsikloalkilfenolamin oliqomerlərinin alınması və örtükəməlgətirici kimi tətbiqi / Akademik Əli Musa oğlu Quliyevin 110 illik yubileyinə həsr olunmuş "Müxtəlif Təyinatlı Üzvi Maddələr və Kompozision Materiallar" mövzusunda respublika elmi konfransı, Aşqarlar Kimyası İnstitutu, Bakı, 1-2 iyun 2022, s.165-166.

СИНТЕЗ ТРОЙНОГО СОПОЛИМЕРА НОНЕН-МАЛЕИНОВЫЙ АНГИДРИД-СТИРОЛ

Расмийя Мамедова[1], Саида Мамедли[2], Мина Насирова[3]

[1],[2],[3]Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан

РЕЗЮМЕ

В данной работе представлены результаты радикальной тройной сополимеризации нонена (Non), малеинового ангидрида (MA) и стирола (St). Тройная сополимеризация проводилась в среде циклопентонона в присутствии бензоилпероксида. Исследовано влияние молярного соотношения мономеров, общей концентрации, количества инициатора, температуры и времени реакции на выход тройного сополимера и значение его характеристической вязкости. Полученные при различных соотношениях мономеров результаты показывают, что с увеличением молярного количества MA выход тройного сополимера и его характеристическая вязкость возрастают и достигают максимума при [MA]:[St]:[Nonen] = 2:1:1. При постоянном соотношении мономеров 2:1:1 и изменении их общей концентрации от 1,0 моль•л$^{-1}$ до 5,0 моль•л$^{-1}$ выход тройного сополимера увеличивается с 28,5% до 72,3%, а характеристическая вязкость возрастает с 0,5 дл/г до 0,7 дл/г. Установлено, что при изменении концентрации бензоилпероксида от 3,1•10^{-3} моль•л$^{-1}$ до 15,3•10^{-3} моль•л$^{-1}$ выход тройного сополимера достигает 83,8-85,8%, но характеристическая вязкость уменьшается до 0,38-0,4 дл/г. Наблюдается, что при изменении температуры реакции в диапазоне 60-90°C выход тройного сополимера увеличивается, а характеристическая вязкость снижается. Проведен анализ тройных сополимеров, синтезированных при различных молярных соотношениях мономеров, и на основе полученных результатов установлено, что наилучшие показатели наблюдаются при соотношении MA, St и Nonen 2:1:1. Определение состава тройного сополимера как [MA]:[St]:[Nonen] = 2:1:1 указывает на то, что тройная сополимеризация в исследуемых системах протекает с образованием донорно-акцепторных комплексов MA...St и MA...Nonen. Наличие этих комплексов было обнаружено методом ИК-спектроскопии.

Полученные тройные сополимеры представляют собой твердые вещества белого цвета, растворимые в ацетоне, метилэтилкетоне, циклопентононе, циклогексаноне и ангидриде уксусной кислоты.

Ключевые слова: нонен, стирол, малеиновый ангидрид, тройной сополимер, сополимер нонен-малеиновый ангидрид-стирол, бензоилпероксид, циклопентонон, ИК-спектроскопия, определение характеристической вязкости (визкозиметрия).

Synthesis of nonene-maleic anhydride-styrene terpolymer

Rasmiya Mammadova[1], Saida Mammadli[2], Mina Nasirova[3]

[1],[2],[3]Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan
[1]resmiyye.mammadova.e@asoiu.edu.az, ORCID: 0009-0007-8698-8302
[2]seide.mamedli@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-2269-3306
[3]mina.nasirova@asoiu.edu.az, ORCID: 0009-0007-1361-1440

ABSTRACT

This study presents the results of the radical terpolymerization of nonene (Non), maleic anhydride (MA), and styrene (St). The terpolymerization was carried out in a cyclopentanone medium in the presence of benzoyl peroxide. The effects of the molar ratio of monomers, total concentration, initiator amount, reaction temperature, and duration on the yield and intrinsic viscosity of the terpolymer were investigated. The results obtained at different monomer ratios indicate that increasing the molar amount of MA enhances both the yield and intrinsic viscosity of the terpolymer, reaching a maximum at a ratio of [MA]:[St]:[Non] = 2:1:1. When the total monomer concentration varied from 1.0 mol•L^{-1} to 5.0 mol•L^{-1} while maintaining a constant ratio of 2:1:1, the yield of the terpolymer increased from 28.5% to 72.3%, and the intrinsic viscosity value increased from 0.5 dl/g to 0.7 dl/g. It was determined that increasing the benzoyl peroxide concentration from 3.1×10^{-3} mol•L^{-1} to 15.3×10^{-3} mol•L^{-1} led to a polymer yield of 83.8-85.8%, whereas the intrinsic viscosity decreased to 0.38-0.4 dl/g. It was observed that when the reaction temperature varied between 60-90°C, the yield of the terpolymer increased while the intrinsic viscosity decreased. An analysis of terpolymers synthesized at different molar ratios showed that the best properties were obtained at an [MA]:[St]:[Non] ratio of 2:1:1. The determination of the terpolymer composition as [MA]:[St]:[Non] = 2:1:1 indicates that terpolymerization in the studied systems occurs through the formation of MA...St and MA...Nonene donor-acceptor complexes. The presence of these complexes was confirmed using IR spectroscopy.

The synthesized terpolymers are white solid substances soluble in acetone, methyl ethyl ketone, cyclopentanone, cyclohexanone, and acetic anhydride.

Keywords: nonene, styrene, maleic anhydride, terpolymer, nonene-maleic anhydride-styrene copolymer, benzoyl peroxide, cyclopentanone, IR, intrinsic viscosity determination (viscometer).

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0424

СИНТЕЗ СМОЛЫ НА ОСНОВЕ ТИОМОЧЕВИНЫ С ФОРМАЛЬДЕГИДОМ И ГЕКСАМЕТИЛЕНДИАМИНОМ

Саида Мамедли[1], Назим Бекташи[2], Айнура Мамедова[3], Аскеров Октай[4], Вердиева Туркан[5], Эльвин Ханкишиев[6]

[1,2,3,4,5]Институт Полимерных Материалов Министерства Науки и Образования Азербайджана
[6]Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности

[1]заведующий отделом, кандидат химических наук, доцент http://orcid.org/0000-0003-2269-3306, seide.mamedli@yandex.ru
[2]ведущий научный сотрудник, кандидат химических наук, доцент, http://orcid.org/0000-0003-0472-8835, nazimbektash@gmail.com
[3]заведующий лаборатории, кандидат химических наук, доцент, http://orcid.org/0000-0002-0069-5274, aynura.quliyeva79@mail.ru
[4]ведущий научный сотрудник, кандидат химических наук, доцент, http://orcid.org/0009-0007-1798-7357, oktay.eskerov@mail.ru
[5]инженер, https://orcid.org/0009-0004-7689-6701, ipoma@science.az
[6]магистр, elvinxankishiyev91@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Описан синтез новой водорастворимой тиомочевинно-формальдегидной смолы. Изучено взаимодействие тиомочевины, формальдегида и гексаметилендиамина при соотношениях реагентов 1:2:2. Смола формируется в ходе реакции гидроксиметилирования тиомочевины при pH 7,0–8,0 и 45-50 ºC. Получение смолы из тиомочевины формальдегида при соотношениях реагентов 1:2 в среде амиака была гидроксиметилирования при температуре 60-65ºC. Содержание свободного формальдегида в смоле составляет 0,58%. Через 24 часа содержание свободного формальдегида падает до 0,16%. Рассмотрены свойства продуктов конденсации и переходы между ними, состав и строение продуктов этих реакций. Установлено, что процесс протекает через гидроксиметилирования тиомочевины и конденсации полученных продуктов с гексаметилендиамином. Значения pH в составах оказывают значительное влияние на скорость процесса. Химические структуры составов были охарактеризованы с помощью инфракрасной Фурье-спектроскопии.

Ключевые слова: *тиомочевина, формальдегид, гексаметилендиамин, смола гидроксиметилирования*

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что смолы, полученные на основе тиомочевины или его производных с формальдегидом широко используются для удаления тяжелых металлов из бытовых отходов, для производства клея, для ингибиторов коррозии и т.д. [1-3]. Полимерные материалы, содержащие сульфинильные группы, могут использоваться в качестве адсорбентов серебра из-за высокой связывающей способности между двойной связью углерод-сера (-C=S-) и ионом серебра в соответствии с теорией жесткой-мягкой-кислотно-основной [4, 5]. Тиомочевинно-формальдегидная смола является типичной хелатирующей смолой, содержащей большое количество сульфинильных групп, которая обычно

используется для адсорбции ионов серебра.

Смолы образуются в результате реакции взаимодействия между олигомерами с высокой и низкой молекулярной массой с компонентами сшивающего агента. Эта система состоит из олигомеров, которые могут растворяться в воде и из сшивающих агентов, растворенных в воде [6]. Параметры сшивающего агента влияют на эффективность тиомочевиноформальдегидных смолы. Концентрация олигомера, pH и температура сшивания, а также концентрация сшивающего агента, являются решающими параметрами при образовании смолы [7, 8]. При этом, следует знать минимальное значение концентрации олигомера для образования правильной смолы.

Для высокомасштабного применения тиомочевиноформальдегидных смол в сельском хозяйстве и в промышленной сфере, а также их производных, модифицировать с различными веществами определяют физико-механические свойства полученных соединений [9-12]. Используя различные условия для приготовления смол, возможно получить бесчисленное множество модифицированных конденсированных структур.

В данной статье обсуждаются результаты исследований новой водорастворимой смолы на основе трех компонентов: тиомочевино, формальдегида и гексометилендиа. Тиомочевино-формальдегидные смолы термореактивные. Они состоят из линейных или разветвленных олигомеров, полимеров и в добавок малым количеством мономеров [13]. Тиомочевино дает смоле специальные качества, как стабильность при хранении и устойчивость к агрессивной среде [14, 15]. Свободный формальдегид, с одной стороны, индуцирует реакцию затвердевания, а с другой - вызывает выделение некоторого количества формальдегида из смеси при прессовании. Иногда, даже когда форма сухая, некоторое количество остаточного формальдегида приводит к негативным результатам в готовых формах.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Материалы и реактивы

Для исследований использовали: тиомочевина (Central Drug House (P) Ltd., Индия); формальдегид (Central Drug House (P) Ltd., Индия), гексаметилендиамин (Central Drug House (P) Ltd., Индия), етанол (Central Drug House (P) Ltd., Индия).

Синтез смолы на основе тиомочевины, формальдегида

В трехгорлую колбу емкостью 0,5 л, снабженную механической мешалкой и обратным холодильником помещают 5 г тиомочевины и 10 г 35%-ный формальдегид. Включают мешалку, реакционную смесь нагревают, при температуре 60-65ºC в течение 25 минут и перемешивают. Полученную сиропную жидкость выдерживают при комнатной температуре в течение 2 ч. После этого измельчают затвердевший материал. Полученный белый порошок высушивают в ваккумном шкафу при температуре 40 ºC. Выход 12 г, (82%).

На приборе ИК-Фурье-спектрометре тиомочевины и формальдегида фиксируются пики в области 3326 $см^{-1}$ (NH), 2961 $см^{-1}$ (CH_2), 1624-1439 $см^{-1}$ (N-H), 1389, 1363 $см^{-1}$ (-C-N); 1240, 1133 $см^{-1}$ (−C=S) и 775 $см^{-1}$ CH_{arom}.

Синтез смолы на основе тиомочевины, формальдегида *и гексаметилендиамина*

В чистую сухую трехгорлую колбу загружают 1.16 г (0.01 моль) гексаметилендиамина в 20 мл 96% этанола, 2 г (0.026 моль) тиомочевины, 4.43 г (0.147 моль) 37%-ного формальдегида. Включают мешалку, нагревают смесь и начинают подачу 25 мл воды в

реакционную смесь. Смесь нагревали до 55-60 ºС. В процессе синтеза, который длится 2 ч образуется твердое вещество желтоватым оттенком. После окончании реакции вещество на один день оставляют, затем сушат в течение 12–14 ч в кристаллизаторе при комнатной температуре, а далее в вакуумном шкафу при температуре 40 ºС Выход 3.45 г (70%).

На приборе ИК-Фурье-спектрометре смеси на основе тиомочевины, формальдегида и гексаметилендиамина фиксируются полосы поглощения в области 3317, 3204 $см^{-1}$ (NH), 2926, 2855 $см^{-1}$ (CH_2), 1619-1449 $см^{-1}$ (CN, δ NH), 1364 $см^{-1}$ (-C-N); 1298, 1218 $см^{-1}$ (−C=S) и 757 $см^{-1}$ CH_{arom}.

Синтез смолы на основе тиомочевины и формальдегида в среде аммиака

В трехгорлую реакционную колбу, снабженную обратным холодильником, загружают 5 г тиомочевины и 10 г 37%-ного формальдегида. Нагревают смесь до 60-70 ºС. С помощью механической мешалки тщательно перемешивают, добавляют по каплям 2 мл раствора аммиака. Реакцию проводили в течение 1 часа. Продукт реакции сначала сушили при комнатной температуре, затем в вакуумном шкафу. Выход 11 г, 72%.

На приборе ИК-Фурье-спектрометре тиомочевины и формальдегида *в среде амиака* фиксируются пики 3331 $см^{-1}$ (NH), 2963 $см^{-1}$ (CH_2), 1618-1437 $см^{-1}$ (CN, δ NH), 1388, 1356 $см^{-1}$ (-CN), 1246 $см^{-1}$ (−C=S), 777, 751 $см^{-1}$ CH_{arom}.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Был исследован ИК-спектр тиомочевины с формальдегидом. Пики при 1240, 1132 $см^{-1}$ указывают на ассимметричное и симметричное растяжение C=S, подтверждая успешное наличие тиомочевины. Пики при 1624, 1529, 1439 $см^{-1}$ приписываются изгибу NH, а пики при 1389 и 1363 $см^{-1}$ связаны с растяжением CN связей (рис. 1).

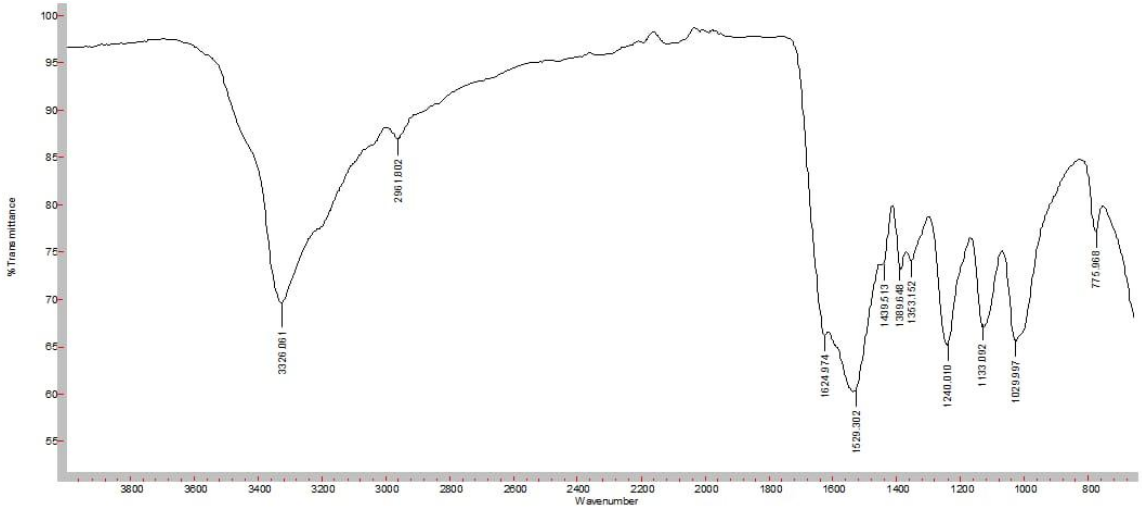


Рисунок 1. ИК спектр тиомочевины с формалдегидом

В ИК спектре смеси на основе тиомочевины, формальдегида и гексаметилендиамина в области 3317-3204 $см^{-1}$, где всегда проявляются полосы поглощения NH, происходит их наложение на колебания ОН группы. Вместо узкой полосы поглощения тиомочевины при 3400 $см^{-1}$ в ИК - спектре появились широкие полосы (рис. 2).

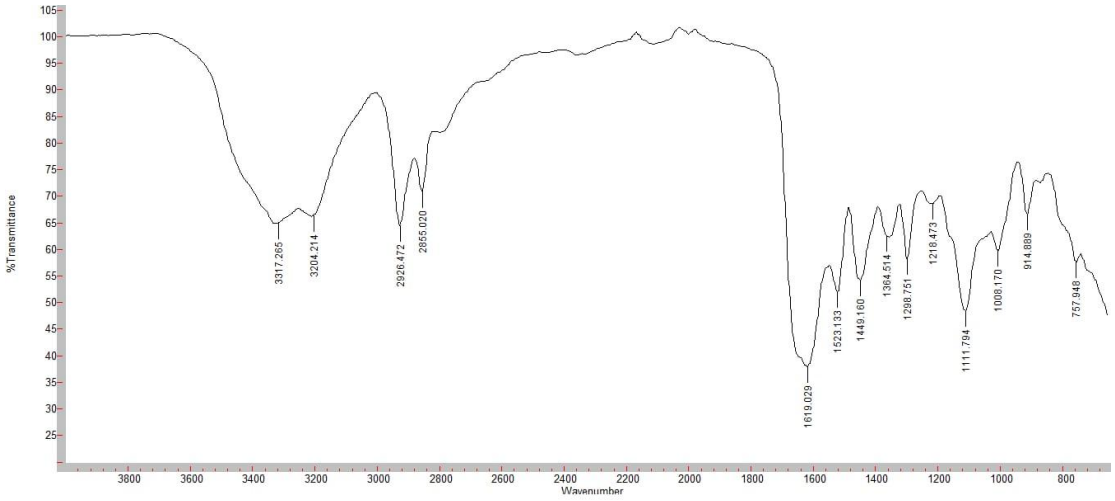
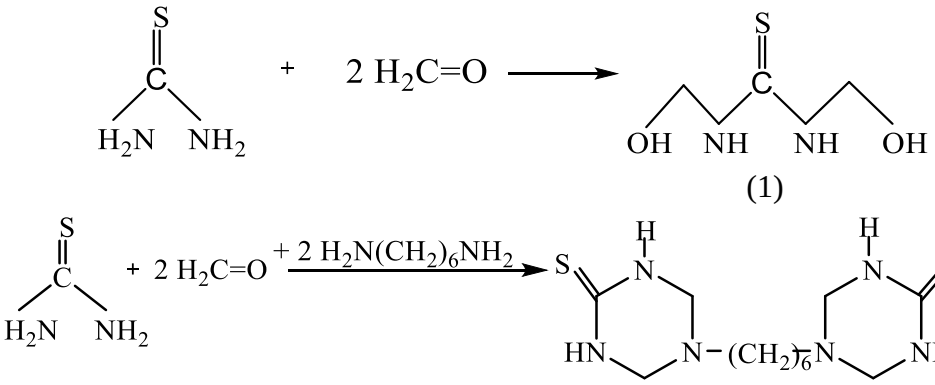


Рисунок 2. ИК спектр смеси тиомочевины, формалдегида и гексаметилендиамина

Синтезированные смолы на основе тиомочевины и формалдегида (1) и тиомочевины, формалдегида и гексаметилендиамина (2) имеют следующую схему:



При реакции конденсации тиомочевины с формальдегидом мольном соотношении 1:1 получают монометилолтиомочевины (NH-CS-NH-CH_2-OH), а при 1:2 диметилолтиомочевины (HOCH_2-NH-CS-NH-CH_2OH). Тиомочевино-формальдегидные смолы обычно готовятся двухстадийной реакцией. Первая стадия включает реакцию тиомочевины и формальдегида в нейтральных или слабощелочных условиях, что приводит к образованию моно- и диметилолтиомочевин. Соотношение моно- и диметилолсоединений будет зависеть от соотношения тиомочевины и формальдегида, и важно, чтобы было достаточно формальдегида, для образования некоторого количества диметилолтиомочевины. Формалин как с высоким, так и с низким содержанием метанола используется в соответствии с потребностями производителя. Формалин с низким содержанием метанола более реакционноспособен, но также менее стабилен и должен быть использован вскоре после его приготовления. По этой причине некоторые производители смол предпочитают использовать формалин с высоким (7–10%) содержанием метанола. В производстве аминопластов используются в виде формалина (36–37% по массе CH).

Получается раствор, из которого при охлаждении выпадает белый осадок.

При дальнейшем нагревании вязкость увеличивается, и сироп застывает в нерастворимый и необратимый гель, который в конечном итоге превращается с выделением воды и формальдегида в твердую, бесцветную, прозрачную и неплавкую массу.

Для технических целей удобно остановить реакцию до гелеобразования, при этом изменив pH на слегка щелочную и удалить часть воды. Реакцию затвердевания затем можно провести по желанию и снова изменив pH на кислый.

Низкая стоимость, удобная стратегия приготовления, высокая эффективность абсорбции рекомендуют тиомочевино-формальдегидной смолы для дальнейшего использования в промышленных целях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Темиров А.Х., Ахмедов В.Н. Получение в нефтегазовой отрасли ингибиторов коррозии на основе тиомочевины, формальдегидной смолы и акриловой кислоты // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2021. 12(93). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12812
2. She-Jiang Liu, Yu-Peng Guo, Hong-Yang Yang, Shen Wang, Hui Ding, Yun Qi. Synthesis of a water-soluble thiourea-formaldehyde (WTF) resin and its application to immobilize the heavy metal in MSWI fly ash. Journal of Environmental Management. 2016. Vol. 182. pp. 328-334. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.07.086
3. D. Putra, M. Ardiansyah. Optimizing water shut off (WSO) by utilizing cross-linker additive system in the nearby wellbore treatment in sandstone environment. Materials Today: Proceedings. Vol. 39, Part 2. 2021. Pages 1020-1024. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.757.
4. Lam K. F., Yeung K. L., McKay G. A rational approach in the design of selective mesoporous adsorbents //Langmuir. – 2006. – Т. 22. – №. 23. – С. 9632-9641.
5. Wang S. et al. Selective adsorption of silver ions from aqueous solution using polystyrene-supported trimercaptotriazine resin //Journal of environmental sciences. – 2012. – Т. 24. – №. 12. – С. 2166-2172.
6. Chaudhary, Pulkit. Polymer and its Role in EOR and Water shut-off Process. 2016. 3. 717-720.
7. M. DUNKY, A. Pizzi. Chapter 23 - Wood adhesives. Editor(s): D.A. Dillard, A.V. Pocius, M. Chaudhury. Adhesion Science and Engineering. Elsevier Science B.V., 2002, Pages 1039-1103. https://doi.org/10.1016/B978-044451140-9/50023-8
8. Saviour A. Umoren, Moses M. Solomon, Viswanathan S. Saji. Chapter 18 - Resin based polymers. Editor(s): Saviour A. Umoren, Moses M. Solomon, Viswanathan S. Saji. Polymeric Materials in Corrosion Inhibition. Elsevier. 2022. Pages 419-441. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823854-7.00008-4.
9. Irwin M. Hutten. Raw Materials for Nonwoven Filter Media. Handbook of Nonwoven Filter Media. 2007, pp. 103-194. https://doi.org/10.1016/B978-185617441-1/50019-6
10. Johannes Karl Fink. Urea/Formaldehyde Resins. In Plastics Design Library, Reactive Polymers Fundamentals and Applications (Second Edition), William Andrew Publishing. 2013. pp. 179-192. https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-3149-7.00005-X.
11. Johannes Karl Fink. Petroleum Engineer's Guide to Oil Field Chemicals and Fluids, Gulf Professional Publishing. 2012. Pages 275-293. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-383844-

5.00008-8.
12. Hamoud, F., Ramsh, S.M., Fundamenskii, V.S. et al. Reaction of thiourea with formaldehyde and simplest aliphatic diamines. Russ J Org Chem 52, 121–126 (2016). https://doi.org/10.1134/S1070428016010231
13. Williams, Charlotte & Hillmyer, Marc. (2008). Polymers from Renewable Resources: A Perspective for a Special Issue of Polymer Reviews. Polymer Reviews. 48. 1-10. https://doi.org/10.1080/15583720701834133
14. Абдурахимова Н., Исаков Х., Аскаров И., Усманов С. Политерма растворимости системы монометилолтиомочевина – ацетат меди – вода. Universum: Технические науки. – 2017. – № 12 (45). – С. 44-47.
15. Goebel, T.S., McInnes, K.J., Senseman, S.A., Lascano, R.J., Cullen, A.M., Fuhrer, T.J., Pickle, S., Adeolokun, N.O. and Davis, T.A. (2020) Addition of Thiourea Host Monomer to Polymer Flocculants to Improve Selectivity of Phosphate Sorption. Journal of Agricultural Chemistry and Environment, 9, 147-158. https://doi.org/10.4236/jacen.2020.93013

Synthesis of resin based on thiourea with formaldehyde and hexamethylendiamine

Seide Mamedli[1], Nazim Bektashi[2], Aynura Mamedova[3], Askerov Oktay[4], Verdieva Turkan[5], Elvin Khankishiev[6]

[1,2,3,4,5]Institute of Polymer Materials of the Ministry of Science and Education of Azerbaijan
[6]Azerbaijan State Oil and Industry University
[1]Head of Department, Candidate of Chemical sciences, associate professor http://orcid.org/0000-0003-2269-3306, seide.mamedli@yandex.ru
[2]Leading scientific employee, candidate of chemical sciences, docent, http://orcid.org/0000-0003-0472-8835, nazimbektash@gmail.com
[3]Head of laboratories, Candidate of Chemical sciences, docent, http://orcid.org/0000-0002-0069-5274, aynura.guliyeva79@mail.ru
[4]Leading scientific employee, candidate of chemical sciences, docent, http://orcid.org/0009-0007-1798-7357, oktay.eskerov@mail.ru
[5]Engineers, https://orcid.org/0009-0004-7689-6701 ipoma@science.az
[6]master's student, elvinkhankishiyev91@gmail.com

ABSTRACT

The synthesis of a new water-soluble thiourea-formaldehyde resin is described. The interaction of thiourea, formaldehyde and hexamethylenediamine at the ratio of reagents 1:2:2 was studied. The resin is formed during the reaction of hydroxymethylation of thiourea at pH 7.0–8.0 and 45–50 ºC. Obtaining resin from thiourea formaldehyde at a ratio of reagents of 1:2 in an ammonia medium was hydroxymethylation at a temperature of 60-65ºC. The content of free formaldehyde in the resin is 0.58%. After 24 hours, the content of free formaldehyde drops to 0.16%. The properties of condensation products and transitions between them, the composition and structure of the products of these reactions are considered. It was established that the process proceeds through hydroxymethylation of thiourea and condensation of the resulting products with hexamethylenediamine. pH values in compositions have a significant influence on the speed of

the process. The chemical structures of the compounds were characterized using infrared Fourier spectroscopy.
Keywords: thiourea, formaldehyde, hexamethylenediamine, hydroxymethylation, resin

Tiokarbamid, formaldehid və heksametilendiamin əsasında qətranın sintezi

Səidə Məmmədli[1], Nazim Bektaşi[2], Aynurə Məmmədova[3], Əskərov Oktay[4], Verdiyeva Türkan[5], Elvin Xankişiyev[6]

[1,2,3,4,5]Azərbaycan Elm və Təhsil Nazirliyi Polimer Materialları İnstitutu
[6]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
[1]şöbə müdiri, kimya elmləri namizədi, dosent http://orcid.org/0000-0003-2269-3306, seide.mamedli@yandex.ru
[2]aparıcı elmi işçi, kimya elmləri namizədi, dosent, http://orcid.org/0000-0003-0472-8835, nazimbektash@gmail.com
[3]laboratoriya müdiri, kimya elmləri namizədi, dosent, http://orcid.org/0000-0002-0069-5274, aynura.quliyeva79@mail.ru
[4]aparıcı elmi işçi, kimya elmləri namizədi, dosent, http://orcid.org/0009-0007-1798-7357, oktay.eskerov@mail.ru
[5]mühəndis, https://orcid.org/0009-0004-7689-6701, ipoma@science.az
[6]magistr, elvinxankishiyev91@gmail.com

XÜLASƏ

Suda həll ola bilən yeni tiokarbamid-formaldehid qatranının sintezi təsvir edilmişdir. 1:2:2 reagent nisbətində tiokarbamid, formaldehid və heksametilendiaminin qarşılıqlı təsiri tədqiq edilmişdir. Qatran pH 7.0-8.0 və 45-50 ºC-də tiokarbamidin hidroksimetilləşmə reaksiyası zamanı əmələ gəlir. Ammonyak mühitində tiokarbamid formaldehidindən qatran əldə etmək ilkin maddələrin 1:2 nisbətində 60-65ºC temperaturda aparılmışdır. Qatranda sərbəst formaldehidin miqdarı 0,58% təşkil edir. 24 saatdan sonra sərbəst formaldehidin miqdarı 0,16%-ə düşür. Kondensasiya məhsullarının xassələri və onlar arasında keçidlər, bu reaksiyaların məhsullarının tərkibi və quruluşu nəzərdən keçirilir. Müəyyən edilmişdir ki, proses tiokarbamidin hidroksimetilləşməsi və yaranan məhsulların heksametilendiaminlə kondensasiyası yolu ilə gedir. Tərkibindəki pH dəyərləri prosesin sürətinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Birləşmələrin kimyəvi strukturları Furye infraqırmızı spektroskopiyasından istifadə etməklə xarakterizə edilmişdir.
Açar sözlər: tiokarbamid, formaldehid, heksametilendiamin, hidroksimetilləşmə qatranı

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0431

СОПОЛИМЕРИЗАЦИЯ СТИРОЛА С МАЛЕИНОВЫМ АНГИДРИДОМ И ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛУЧЕННОГО ПРОДУКТА

[1]магистр. Магеррамова Арзу , к.х.н. [1,2]Сеидова Хаяла Гейдар

[1]Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Баку, Азербайджан
[2]Институт Нефтехимических Процессов имени акад. Ю.Г.Маммедалиева, Баку, Азербайджан
seidovakh@gmail.com , http://orcid.org/0009-0006-8451-064x
arzumeherremova2019@gmail.com

АБСТРАКТ

Сополимеры стирола и малеинового ангидридом являются важными материалами с разнообразными применениями в промышленности. В статье приведены некоторые ключевые моменты о методах синтеза, условиях реакции и характеристиках полученных сополимеров. Обычно используют методы радикальной сополимеризации, где происходит взаимодействие стирола и малеинового ангидрида в присутствии инициаторов, таких как пероксиды. Возможно также использование полимеризации по механизму аддитивного типа, что позволяет контролировать молекулярную массу и структуру сополимера. Сополимеры может проявлять хорошие механические свойства, термостойкость и устойчивость к химическим воздействиям. Введение малеинового ангидрида повышает полярность сополимера, что улучшает его совместимость с полярными материалами. Сополимеры могут быть модифицированы для улучшения адгезивных свойств или для создания производных с функциональными группами. Анионная или катионная полимеризация, могут обеспечить лучший контроль над молекулярной массой и составом. Соотношение стирола и малеинового ангидрида влияет на свойства сополимера. Типичные соотношения могут варьироваться от 1:1 до 4:1 в зависимости от желаемых характеристик. Сополимеры стирола и малеинового ангидридом могут действовать как хорошие компатибилизаторы в смесях с другими типами полимеров, усиливая межфазную адгезию между разнородными полимерами.

Ключевые слова: стирол, малеиновый ангидрид, сополимеризация, композит, оптимизация процесса

Как известно, сополимеризация стирола с малеиновым ангидридом представляет собой процесс, в ходе которого две мономерные молекулы (стирол и малеиновый ангидрид) обрабатываются вместе для получения сополимера. Этот метод позволяет создать материалы с улучшенными свойствами, такими как:

1. Увеличенная термостойкость – сополимеры могут быть более устойчивыми к высоким температурам.
2. Улучшенные механические свойства – такие как повышенная прочность и жесткость.
3. Химическая стойкость – в зависимости от соотношения мономеров может

улучшиться устойчивость к химикатам.

Процесс сополимеризации может осуществляться различными методами, включая:

- Сдвиговую полимеризацию – где мономеры проходят через реакцию в присутствии инициаторов.
- Микроволновую полимеризацию – использование микроволн для ускорения реакции.

Кроме этого, важно учитывать соотношение мономеров, условия реакции (температуру, давление, время) и использование катализаторов для достижения желаемых свойств конечного продукта.

В статье приведены различные источники информации по получению сополимера и их дальнейшие применение.

Способ получения сополимера стирола и малеинового ангидрида без растворителей, который заключается в плавлении определенного количества мономера малеинового ангидрида, затем введении к нему заданного объема стирола с растворенным инициатором, что приводит к образованию смеси. смесь малеинового ангидрида, стирола и инициатора перемешивают на протяжении времени, требуемого для образования сополимера стирола и малеинового ангидрида. Сополимер в котором соотношение малеиновый ангидрид/(малеиновая кислота + малеиновый ангидрид) принимает значение от 0,17 до 0,79. Сополимер в котором вискозиметрический молекулярный вес Mv сополимера принимает значение от 200000 до 2500000. [1].

Авторы исследовали механизм радикальной сополимеризации стирола и малеинного ангидрида в гомогенной среде [2]. Сополимеры, изготовленные из стирола и малеинного ангидрида, были получены под ароматическими растворителями с использованием азоинитатора. Были отобраны условия процесса сополимеризации стирола с малеинного ангидридом. Математическая модель процесса была сконструирована на основе механизма радикальной сополимеризации стирола и малеинного ангидрида. Расчеты модели показали удовлетворительные корректировки с экспериментальными данными.

Известно, что чем выше концентрация мономеров в растворе, тем ниже молекулярная масса полимера. Увеличение количества инициаторов полимеризации приводит к полимерам с более низкой молекулярной массой. Использование нескольких инициаторов сформирует активный центр и уменьшит степень полимеризации. Выбор растворителя также влияет на процесс полимеризации, поскольку оптимальная работа инициатора начинается при определенной температуре, поддерживающей растворитель. Ацетон использовался в качестве одного из растворителей. Первоначальное соотношение мономера (моль) стирола: ангидрид -1:1, мономер и растворитель -1:4. Синтез проводили при постоянной температуре. Было обнаружено, что уменьшение количества инициаторов приводит к увеличению продолжительности полимеризации, но молекулярная масса полимера увеличивается [3].

Математическая модель была разработана для процесса взвешенной полимеризации стирола в не пациентных условиях. Это было вызвано токсическим эффектом на инициатор фенилацетил, который пронизывает полимеризацию стиролом и приводит к снижению производительности полистирола. Чтобы устранить эту проблему, была предложена нестабильная функция, и ее использование, наряду с уравнением скорости потока мономера, адаптирует изменения активности инициатора с течением времени, сохраняя производительность на требуемом уровне [4].

Ученые исследовали оптимизацию процесса сополимеризации высокоэффективных стиролсодержащих смол, изготовленных из не имитирующих масло пальмового ядра. Процесс сополимеризации использовал интерфейс ответа для оптимизации процесса на основе трехэтажной, 3-центральной, композитной вращающейся конструкции с категориальным коэффициентом, соответствующим нулю. Влияние трех переменных на синтез включая температуру реакции, время отклика и количество стирола. Оптимальные условия (температура реакции 1500 ° C, время отклика 180 мин, вес стирола 4,95 г) определяли с помощью результатов статистического анализа. В этом контексте был проведен эксперимент, с дробной трансформацией, содержащей 82,52%. Эффекты времени ответа, температуры реакции и количества стирола были исследованы. Прогнозируемое значение модели (83,57%) идеально соответствует экспериментальному значению (82,52%) [5].

Как известно исследование кинетики полимеризации и кинетика термической деградации сополимеров малеинового ангидрида имеет важное справочное значение для синтеза многофункциональных и высокопроизводительных сополимеров на основе малеинового ангидрида и их применения в различных областях. В этом статье дано информация об исследовании стирольные сополимеры, полученные из ангидрида (МАГ), а именно поли(N-фенилмалеимид-альт-стирол) (ПФАС), поли(N-(4-карбоксифенил)малеимид-альт-стирол) (ПКС) и поли(N-фтор-фенилмалеимид-альт-стирол) (ПФС), были получены с использованием метода сополимеризации в растворе. Кинетика сополимеризации и кинетика термической деградации стирольных сополимеров, полученных из МАГ, были исследованы с использованием ядерного магнитного резонанса (ЯМР) и термогравиметрического анализа (ТГА), а также уравнения Аррениуса и метода Кима-Парка. Исследование показало, что включение карбоксильных и фторидных групп имело различную степень влияния на сополимеры малеинового ангидрида и стирола. Фторидная группа значительно повышает термическую стабильность сополимеров малеинового ангидрида и стирола [6].

Сополимеры стирола и малеин ангидрида были синтезированы методами полимеризации отложения в качестве раствора и толуола в качестве растворителя. Эффекты температуры полимеризации, дозировки инициатора, соотношения мономера и времени полимеризации полимеризации были детально исследованы. Выход сополимера может достигать 96,6% от инициатора при температуре полимеризации, 0,7% инициатора, 1:1 и 2 часа времени полимеризации при 80 ° C, 96,6% от инициатора. Структура сополимера была подтверждена 13C НМР, ИК, ГПХ и элеметным анализом. Тепловая стабильность сополимера также была проверена с использованием метода ТГ. Также была проверена термическая стабильность сополимера методом ТГ. На основании аналитических результатов полимерной остаточной жидкости, элементного анализа и 13C ЯМР сополимера, структура сополимера стирола и малеинового ангидрида подтверждена как чередующийся сополимер [7].

В этом исследовании был синтезирован сополимер малеинового ангидрида/стирола. Синтезированный сополимер был охарактеризован, а затем модифицирован двумя различными первичными спиртами (пропиловым и бутиловым). Были выполнены анализы растворения, FT-IR и термомеханический (TMA) анализ сополимера и его двух модифицированных производных эфира. Были рассчитаны числа эфиров полученных производных. Хотя производные эфиров показали поведение растворения в тех же

растворителях, что и сополимер, они растворялись быстрее. Модификация была подтверждена в спектрах FT-IR. Было также обнаружено, что производные были более эластичными, чем сополимера, и имели более низкие температуры стеклования. Рассчитанные числа эфиров также были близки друг к другу [8].

Синтез сополимеров малеинового ангидрида (МА) и стирола (Ст), обладающих сверхвысокой молекулярной массой, строго чередующейся регулярностью и высокой температурой стеклования одновременно, по-прежнему остается большой проблемой. В настоящем документе спонтанная чередующаяся сополимеризация производных МА и Ст была исследована с использованием различных кислот Льюиса. В присутствии алкилалюминия или бутилмагния были получены чередующиеся сополимеры МА−Ст со сверхвысокой молекулярной массой ($Mn \leq 166{,}5 \times 104$) и высокой температурой стеклования ($211\ °C \leq T_{ст} \leq 216\ °C$), а микроструктура сополимеров МА−Ст была проанализирована с помощью спектров 1H и 13C ЯМР. Сополимеризация МА с производными Ст, включая дивинилбензол, п-бутенилстирол, п-метоксистирол, транс-анетол, п-фторстирол и п-хлорстирол, также была исследована с использованием AlOctyl3 в качестве активатора в толуоле при 50 °C. [9].

Магнитные нанокомпозиты, основанные на модифицированных сополимерах, изготовленных со стиролом и гидридом и наночастицами, были представлены в качестве новых сорбенов для экстракции фиксированной фазы и предварительной концентрации трасс ионов серебра в водных растворах. Размер и морфологию наносорбентов были охарактеризованы с использованием спектроскопии основания рентгеновского луча, растровой электронной микроскопии и инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье. После его десорбции серебро, содержащая соляную кислоту, была обнаружена с использованием вспыльчивого анализа на злоупотреблениях. В оптимизированных условиях калибровочный график был линейным в диапазоне концентраций 1–200 мкг $л^{-1}$ с коэффициентом корреляции 0,9991. Предел обнаружения и относительное стандартное отклонение для шести повторных определений при уровне ионов серебра 100 мкг $л^{-1}$ составили 0,3 мкг $л^{-1}$ и 1,1 % соответственно. Фактор предварительной концентрации и адсорбционная способность сорбента для ионов серебра составили 100 и 78,2 мг $г^{-1}$ соответственно. Точность метода была подтверждена анализом сертифицированного эталонного материала. Метод был успешно применен для определения ионов серебра в пробах воды и в радиологических пленках, и были получены удовлетворительные результаты восстановления в диапазоне 96,8–99,6 % для образцов с добавками [10].

В этой статье сообщается о новом полимерном аэрогеле, который можно многократно регенерировать аммиачной водой при 95 °C. Был синтезирован чередующийся сополимер стирола и малеинового ангидрида (СМА), который был преобразован в водорастворимый сополимер (СМАР), содержащий группы малеата аммония. После сублимационной сушки и термической обработки получается суперолеофильный и гидрофобный полимерный аэрогель, который обладает очень высокой термостойкостью и превосходными теплоизоляционными свойствами. Температура стеклования и начальная температура разложения могут достигать 247 °C и 307,6 °C соответственно. Кроме того, аэрогели также обладают свойствами эмиссии, вызванной агрегацией. Особо стоит подчеркнуть его отличную пригодность к вторичной переработке, поскольку почти 100 % аэрогеля можно преобразовать обратно в раствор СМАР, который можно использовать повторно для приготовления аэрогеля. Кроме того, аэрогель можно

перерабатывать, поскольку производительность регенерированного аэрогеля не снижается, а улучшается по сравнению с исходным аэрогелем. Два перерабатываемых композита с фазовым переходом были также подготовлены путем абсорбции материалов с фазовым переходом в аэрогели. Один из них предназначен для холодного хранения с функцией мониторинга температуры в реальном времени, состоит из аэрогеля и додекана. Другой предназначен для теплого хранения с функцией фототермического преобразования, состоит из аэрогеля, парафина и восстановленного оксида графена. Композиты также можно легко перерабатывать и легко регенерировать после утилизации [11].

Сополимеры поли(стирол-со-малеинового ангидрида) (ПСМА) с контролируемым числом и распределением единиц малеинового ангидрида (МА) были синтезированы путем обратимой полимеризации с передачей цепи присоединения-фрагментации с использованием агентов передачи цепи, подходящих для промышленных процессов. Линейные и звездообразные чередующиеся полимеры ПСМА были получены в одностадийном синтезе, в то время как стратегия последовательного удлинения цепи в одном сосуде была использована для получения диблочных, многоблочных и многосайтовых архитектур сополимеров. Влияние структуры, состава и присоединения длинной алкильной цепи на поведение ПСМА в растворе изучалось с помощью эксклюзионной хроматографии с тройным обнаружением, в то время как их термические свойства были исследованы с помощью термогравиметрического анализа и дифференциальной сканирующей калориметрии. В целом, плотность и распределение боковых цепей не повлияли на конформации полимера в растворе (случайная клубок); однако, наблюдалось влияние на размер молекулы и плотность структуры. Было показано, что плотность материалов зависит от архитектуры полимера, поскольку более низкая характеристическая вязкость наблюдалась для звездообразного сополимера. В конечном счете, было показано, что прививка длинных алифатических боковых цепей (кристаллических) на основную цепь ПСМА, даже при низкой плотности, радикально изменила микрофазный порядок, поскольку все привитые сополимеры стали полукристаллическими [12].

Доставка лекарств с помощью новых технологий является весьма актуальной задачей полимерной химии. В этом отчете описывается получение антибактериального активированного поли(стирол-альт-малеинового ангидрида) (ПСМА), в котором антибиотик цефтриаксон ковалентно связан с полимерным каркасом. Химическая реакция прививки антибиотика цефтриаксон на ПСМА была проведена в различных соотношениях. Кроме того, ПСМА был модифицирован изопропиламином для получения ПСМА-изопропиламидного (ПСМА-ИПА) pH-чувствительного гидрогеля. Была проведена физическая загрузка антибиотика цефтриаксон на ПСМА-ИПА в различных соотношениях. Полученные сополимеры были очищены, а их структуры охарактеризованы с помощью FT-IR и 1H-ЯМР-спектроскопии. Высвобождение лекарств in vitro было проведено в определенных условиях для исследования влияния pH на скорость высвобождения [13].

Как известно традиционные методы введения многофункциональных групп на поверхность мембраны требуют неприятных условий реакции и сложных процедур. Мотивированные потребностью в экономичном методе очистки при последующей обработке терапевтических белков, мы разрабатываем простой подход к изготовлению смешанных мембранных адсорберов. Нановолокнистая мембранная подложка была изготовлена путем электропрядения смеси поли(стирол-сомалеинового ангидрида) (SMA) с

поливинилиденфторидом (PVDF). Затем смешанные лиганды были иммобилизованы на мембране посредством преобразования ангидридных фрагментов путем аминолиза с функциональными аминами, н-бутиламином (BAE), н-октиламином (OAE), N-метил-d-глюмином (NMG). Полученные смешанные мембранные адсорберы PVDFS-g-BAE, PVDFS-g-OAE и PVDFS-g-NMG, которые содержат гидрофобное взаимодействие/ионный обмен, обратнофазное взаимодействие/ионный обмен и гидрофильное взаимодействие/ионный обмен соответственно, были использованы для разделения белков. Успех модификации был подтвержден разными анализами. Кроме того, нановолоконная мембрана имеет большую общую площадь пор, высокую пористость и хорошие механические свойства, что достаточно для требований практического использования [14].

В этой работе была разработана простая стратегия иммобилизации целлюлазы. Во-первых, сшитые наночастицы сополимера стирола и малеинового ангидрида (SMN) были удобно синтезированы в качестве носителя путем самостабильной преципитационной полимеризации в отсутствие какого-либо стабилизатора. Благодаря высокой реакционной способности ангидридных групп целлюлаза затем была ковалентно связана с SMN в мягких условиях. Оптимальное количество загрузки целлюлазы на SMN было определено как 167 мг/г. Хотя иммобилизованная целлюлаза показала почти полное отсутствие изменения активности при температуре от 30°C до 80°C по сравнению со свободной целлюлазой, ее стабильность pH была значительно улучшена. После иммобилизации оптимальный pH сместился до 5,0, и иммобилизованная целлюлаза смогла сохранить 80% активности при pH 8,0, что было намного выше, чем у свободного фермента (14%). Кроме того, иммобилизованная целлюлаза показала отличную возможность повторного использования в каталитическом гидролизе натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы, сохранив почти 100% активности после 6 циклов рециркуляции и потеряв только 20% активности после 10 циклов. Результаты показывают, что SMN является перспективным носителем для иммобилизации фермента [15].

Для получения термореактивных сополимеров стирола и малеинового ангидрида, содержащих три вида триариламиновых фрагментов, для всестороннего изучения электрохромного поведения был использован простой подход, а также была применена дополнительная модификация ионизации для изучения влияния на кинетику диффузии противоионов во время электрохимического процесса. Коммерчески доступный сополимер малеин ангидрида и стирола был выбран в качестве исходного материала для связывания с тремя диаминовыми мономерами на основе триариламина, 4,4′-диамино-4″-метокситрифениламином (3Ph), N,N′-бис(4-аминофенил)-N,N′-ди(4-метоксилфенил)-1,4-фенилендиамином (5Ph) и 4,4′-бис[4-аминофенил(4-метоксифенил)амино)]-4″-метокситрифениламином (7Ph), что привело к получению бесцветных и прозрачных термореактивных полимерных пленок с различными межцепочечными расстояниями. Кроме того, предшественники этих полиамидокислот могут реагировать с триэтиламином (Et3N) с образованием связанных комплексов, содержащих триэтиламмоний, которые могут облегчать миграцию противоиона во время окислительно-восстановительных процедур. После анализа установлено что, объединение увеличения межцепочечного расстояния и ионизационных модификаций в матрицах сополимера с триариламиновым сопряжением приводит к синергетическим эффектам в динамике диффузии противоиона электролита и может эффективно повышать более высокие скорости диффузии противоиона в полимерной матрице с более чем в 2400 раз большими, чем у линейного

полиимида на основе трифениламина, а свойства подготовленного электрохромного устройства показали более высокую скорость реакции окрашивания и выдающуюся эффективность окрашивания [16].

Сополимеры стирола и малеиновой кислоты привлекли значительное внимание из-за их способности взаимодействовать с липидными бислоями и образовывать липидные наночастицы сополимера стирола и малеиновой кислоты (SMALP). Однако эти SMALP ограничены в своем химическом разнообразии, имея только фенильные и карбоксильные кислотные функциональные группы, что приводит к ограничениям из-за чувствительности к низкому pH и высоким концентрациям двухвалентных металлов. Чтобы устранить это ограничение, различные нуклеофилы были подвергнуты реакции с ангидридным звеном четко определенных сополимеров стирола и малеинового ангидрида с целью оценки потенциала нового вида, формирующего наночастицы липидного диска. Описанный здесь полимерный метод прост и масштабируем и приводит к получению функциональных и прочных полимеров, способных образовывать липидные нанодиски, которые стабильны в широком диапазоне pH и 100 мМ магния [17].

Синтез сополимеров с узким распределением химического состава часто требует технологического решения для преодоления дрейфа состава. Среди возможных решений полимеризация в реакторе непрерывного перемешивания является одним из самых элегантных. Во время работы в стационарном состоянии определяется только статистической природой сополимеризации без какого-либо уширения, как это обычно наблюдается в периодических реакциях. В этом вкладе приводится математическое описание сополимеризации стирола и малеинового ангидрида в стационарном состояние, а экспериментальные данные используются для оценки коэффициентов реакционной способности, а также для описания состава сополимера как функции конверсии в стационарном состоянии [18].

Сополимер стирола и малеинового ангидрида был синтезирован методом свободнорадикальной полимеризации при температуре 80°C с использованием N,N-диметилформамида (ДМФА) в качестве растворителя и бензоилпероксида в качестве инициатора. Соотношение подачи мономеров стирола и малеинового ангидрида варьировалось в диапазоне от 1:1 до 3:1. Было обнаружено, что выход полимера уменьшается с увеличением содержания стирола в подаче. Молекулярная масса сополимеров, которые были образованы при соотношении стирола и малеинового ангидрида 1:1, 2:1 и 3:1, определенная с помощью вискозиметрии Оствальда, составляла около 1862, 2015 и 2276 соответственно. Кислотные числа вышеупомянутых трех сополимеров были найдены равными 480, 357 и 295 соответственно. Типичные значения вязкости 20% твердых веществ в аммиачном растворе сополимеров, образованных при соотношении подачи Sty : MAn как 1:1 и 2:1, составляли 26 и 136 сП соответственно. При соотношении подачи 3:1 образовывался гель. Синтезированные сополимеры гидролизовались щелочами, а именно NaOH, KOH и NH_4OH. Изучалась диспергирующая способность гидролизованных сополимеров стирола и малеинового ангидрида (СМА) для дисперсии диоксида титана. Было обнаружено, что модифицированные сополимеры СМА являются эффективными диспергаторами для TiO_2. Среди трех исследованных щелочей натриевые соли СМА обеспечивают лучшую дисперсию. Сополимер с соотношением подачи 1 : 1 показал наилучшую диспергирующую способность для частиц TiO_2 среди трех исследованных соотношений [19].

Радикальная сополимеризация стирола и малеинового ангидрида обычно представляла собой чередующуюся сополимеризацию, в результате которой образовывался сополимер стирола и малеинового ангидрида (СМА). Сополимер был синтезирован методом полимеризации в растворе с использованием перекиси бензоила (БПО) в качестве инициатора и ксилена в качестве растворителя, и с использованием выхода сополимера в качестве критерия оценки были исследованы условия реакции. Мольная доля малеинового ангидрида составляла 45% в сополимере, измеренном химическим титрованием, в сочетании с теоретическим утверждением, что синтез сополимера стирола и малеинового ангидрида был подтвержден как чередующийся сополимер. Структура и характер сополимера также были подтверждены с помощью ИК. Температура стеклования чередующегося сополимера была проверена с помощью ДСК [20].

Сополимеры малеинового ангидрида и стирола были синтезированы в растворе ацетона-толуола при 60°C с помощью азо-бисизобутиронитрила. Сополимеры были охарактеризованы с помощью гель-проникающей хроматографии и дифференциальной сканирующей калориметрии. Моноэтерификация сополимеров малеинового ангидрида и стирола была проведена с метиловым, н-пропиловым, н-бутиловым, н-гексиловым, н-октиловым и н-децилoвым спиртом в растворе тетрагидрофурана при 65°C, катализируемом 4-диметиламинопиридином. Степень этерификации сополимеров была определена с помощью ИК и находилась в диапазоне 68-85%. Наблюдалось увеличение скорости реакции с увеличением длины спиртовой цепи. Температура стеклования моноэтерифицированных сополимеров также была определена и находилась в диапазоне 136-242°C для сополимера н-деканола и метанола соответственно [21].

Новым и многообещающим инструментом в исследовании мембран является бездетергентная солюбилизация мембранных белков сополимерами стирола и малеиновой кислоты. Эти амфипатические молекулы способны солюбилизировать липидные бислои в форме нанодисков, которые ограничены полимером. Таким образом, мембранные белки могут быть напрямую извлечены из клеток в водорастворимой форме, сохраняя при этом участок нативной мембраны вокруг них. В этой обзорной статье дано информация об современных методов солюбилизации и стабилизации мембранных белков. Затем они описали их физико-химические свойства и их мембраносолюбилизирующий эффект. Затем следует обзор исследований, в которых сополимер использовался для выделения и исследования мембранных белков. Наконец, обсуждаются потенциальные будущие применения методологии для структурных и функциональных исследований мембранных белков в среде, близкой к нативной, и для характеристики белок-липидных и белок-белковых взаимодействий [22].

В этом исследовании были описаны три простых метода синтеза ковалентно функционализированных графеновых нанопластинок (GNP) с поли(стирол-комалеиновым ангидридом) (SMA) через эфирные связи. Кроме того, диспергируемость модифицированных GNP в водном растворе была охарактеризована несколькими методами. Закрепление длинных цепей SMA на GNP через химические связи было подтверждено инфракрасной спектроскопией с преобразованием Фурье. Кроме того, анализ с помощью полевой эмиссионной сканирующей электронной микроскопии показал, что SMA неравномерно покрывает поверхность и края GNP. Измерения растворимости показали, что модифицированные GNP, полученные разработанным методом, обладают превосходной диспергируемостью в водном растворе, а скорость прививки

модифицированных GNP показала очевидную положительную корреляцию с концентрацией в водном растворе, что было выявлено с помощью результатов ультрафиолетового поглощения и термогравиметрического анализа. Примечательно, что модифицированные GNP во время ультразвуковой обработки показали лучшую диспергируемость и скорость прививки по сравнению с другими. Более того, экспериментальные результаты подтвердили, что концентрация GNP достигала 0,32 мг мл 1 в водном растворе, а скорость прививки составила 18,02%. Содержание SMA мало влияло на скорость прививки, однако длительность ультразвука существенно влияла на процесс [23].

Хелатирующие полимерные сорбенты на основе сополимера малеинового ангидрида и стирола использованы для сорбционно-фотометрического определения меди (II), кадмия (II) и никеля (II) методом конденсации в природных и промышленных объектах [24].

В представленной статье разработан метод получения натриевых и аммониевых солей тройных сополимеров малеиновой кислоты с мономерами стирола и аллильной группы и изучен процесс удаления ионов меди(II) из водного раствора полученными полимер-солями [25].

Таким образом, исследования в области получения сополимеров на основе малеинового ангидрида и стирола, а также их модификации различными соединениями, продолжают оставаться актуальными и перспективными. Сополимеры стирола с малеиновым ангидридом находят широкое применение в различных областях, включая производство ионообменных смол для водоочистки и улучшение свойств бумаги из макулатурного сырья. Модификация этих сополимеров с помощью разнообразных сшивающих агентов, таких как глицерин и этиленгликоль, позволяет значительно улучшить их физико-механические характеристики, расширяя их функциональные возможности и области применения. Продолжение исследований в этой области способствует разработке новых материалов с заданными свойствами, что имеет важное значение для различных отраслей промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бучевски М.Д., Колт М. Сополимер стирола и малеинового ангидрида/кислоты (варианты), изделие на его основе, способ получения сополимера стирола и малеинового ангидрида/кислоты // Патент RU 2008142840 A, 2010.
2. Степанова Л.Ю., Григорьев И.В., Абдрашитов Я.М., Мустафина С.А., Мифтахов Э.Н. Моделирование процесса сополимеризации стирола с малеиновым ангидридом в гомогенной среде // Башкирский химический журнал. 2015. Т. 22. № 4. С. 13–19.
3. Абдрашитов Я.М., Семенова Л.Г., Шаповалов В.Д., Курганов И.В., Курганова В.В., Шаповалова Е.В., Шергенг Н.А., Мудрик Т.П. Получение низкомолекулярного сополимера малеинового ангидрида со стиролом в гомогенном растворителе // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 9. С. 106–110.
4. Əliyev A.M., Osmanova İ.İ., Səfərov A.R., Hüseynova A.M., Balayev İ.V. Control of the process of styrene polymerization in nonstationary conditions // Azərbaycan kimya jurnali. 2018. № 3. S. 33–37.
5. Onukwuli O.D., Obodo N.J. Optimization of high performance styrenated alkyd resin for surface coating using response surface methodology // Int. J. Novel Res. Phy. Chem. Math.

2015. Vol. 2. P. 33–40.
6. Yang C., Wang Y., Liu Y., Qin J., He M., Qin S., Yu J. Effect of para-substituent on copolymerization and thermal degradation kinetics of styrene copolymers composed with maleic anhydride derivative // Journal of Polymer Research. 2024. P. 1–21.
7. Cai M., Chen J. Synthesis and Characterization of Styrene–Maleic Anhydride–Butyl Acrylate Terpolymer // Journal of Donghua University (English Edition). 2010. Vol. 27. №
8. Yilmaz E. Synthesis and Thermomechanical Analysis of Some Primer Alcohol Derivatives of Maleic Anhydride/Styrene Copolymer // KMU Journal of Engineering and Natural Sciences. 2022. Vol. 4. № 1. P. 89–102.
9. Li S., Cai L., Cui D. Lewis Acids Activated Spontaneous Alternating Copolymerization of Maleic Anhydride and Styrene Derivatives // Chemistry–An Asian Journal. 2023. Vol. 18. № 4. e202201079.
10. Abdolmohammad-Zadeh H., Ahari Salmasi M. A nano-composite based on Fe3O4 styrene-maleic anhydride copolymer as a magnetic sorbent for preconcentration of silver (I) ion // Analytical and Bioanalytical Chemistry Research. 2018. Vol. 5. № 1. P. 23–39.
11. Yao Y., Zhang X., Guo Z., Liu W., Hu C., Ru Y., Zhang L., Jiang C., Qiao J. Preparation and application of recyclable polymer aerogels from styrene-maleic anhydride alternating copolymers // Chemical Engineering Journal. 2023. Vol. 455. 140363.
12. Moriceau G., Tanaka J., Lester D., Pappas G.S., Cook A.B., O'Hora P., Winn J., Smith T., Perrier S. Influence of Grafting Density and Distribution on Material Properties Using Well-Defined Alkyl Functional Poly(Styrene-co-Maleic Anhydride) Architectures // Macromolecules. 2019. Vol. 52. № 4. P. 1469–1478.
13. Najafi Moghadam P., Azaryan E., Zeynizade B. Investigation of poly (styrene-alt-maleic anhydride) copolymer for controlled drug delivery of ceftriaxone antibiotic // Journal of Macromolecular Science, Part A: Pure and Applied Chemistry. 2010. Vol. 47. № 8. P. 839–848.
14. Ye J., Wang X., Chu J., Yao D., Zhang Y., Meng J. Electrospun poly (styrene-co-maleic anhydride) nanofibrous membrane: A versatile platform for mixed mode membrane adsorbers // Applied Surface Science. 2019. Vol. 484. P. 62–71.
15. Wang Y., Chen D., Wang G., Zhao C., Ma Y., Yang W. Immobilization of cellulase on styrene / maleic anhydride copolymer nanoparticles with improved stability against pH changes // Chemical Engineering Journal. 2018. Vol. 336. P. 152–159.
16. Li H.-L., Shao Y.-J., Chang C.-W., Liou G.-S. Styrene-Maleic Anhydride Copolymers for High-Performance Triarylamine-Containing Electrochromic Materials // ACS Appl. Polym. Mater. 2024. Vol. 6. № 6. P. 3554–3563.
17. Burridge K.M., Harding B.D., Sahu I.D., Kearns M.M., Stowe R.B., Dolan M.T., Edelmann R.E., Dabney-Smith C., Page R.C., Konkolewicz D., Lorigan G.A. Simple Derivatization of RAFT-Synthesized Styrene–Maleic Anhydride Copolymers for Lipid Disk Formulations // Biomacromolecules. 2020. Vol. 21. № 3. P. 1274–1284.
18. Klumperman B., Heuts J.P.A. The solution copolymerization of styrene and maleic anhydride in a continuous stirred tank reactor and its theoretical modelling // Polymer. 2020. Vol. 202.
19. Kumari S., Nigam D., Agarwal D., Nigam I. Synthesis and characterization of alkali-modified styrene-maleic anhydride copolymer for dispersion of TiO_2 // Applied Polymer. 2007. Vol. 103. № 5. P. 3194–3205.
20. Li T.T., Zhang Z.M., Li H.T., Cao J. Study on Synthesis and Characterization of Styrene-

Maleic Anhydride Random Copolymer by Xylene // Advanced Materials Research. 2013. Vol. 750–752. P. 1075–1078.
21. Martinez F., Neculqueo G., Torres M., Olea A. Monoesterification Of Styrene-Maleic Anhydride Copolymers With Aliphatic Alcohols // Bol. Soc.Chil. Quím.2001.Vol. 46.№ 2.
22. Dörr J.M., Scheidelaar S., Koorengevel M.C., Dominguez J.J., Schäfer M., van Walree C.A., Killian J.A. The styrene–maleic acid copolymer: a versatile tool in membrane research // Eur Biophys J. 2015. Vol. 45. P. 3–21.
23. Wang Y., He M., Cheng J., Zhang S. Synthesis of styrene maleic anhydride copolymer grafted graphene and its dispersion in aqueous solution // RSC Advances. 2018. Vol. 8. P. 41484–41490.
24. Алиева Р.А., Назарова Г.Г., Бахманова Ф.Н., Чырагов Ф.М. Сорбционно-фотометрическое определение Cu (II) сорбентом на основе сополимера малеинового ангидрида со стиролом, модифицированного о-аминоарсенатом // Bakı Universiteti Xəbərləri, 2014, № 1, s. 23-28.
25. Şirinova, E.Ə. Изучение условий сорбции ионов меди солями тройного сополимера малеиновой кислоты со стиролом и деценом-1 // Elmi Xəbərlər,-Sumqayıt,-2020, -s.44-49.

Copolymerization of styrene with maleic anhydride and application of the product

[1]Master Arzu Maharramova, PhD [1,2]Seyidova Khayala Heydar
[1]Azerbaijan State University of Oil and Industry, Baku, Azerbaijan
[2]Institute of Petrochemical Processes named after academician Yu.G.Mammedaliyev, Baku, Azerbaijan

seiidovakh@gmail.com , http://orcid.org/0009-0006-8451-064x
arzumeherremova2019@gmail.com

ABSTRACT

Styrene-maleic anhydride copolymers are important materials with diverse industrial applications. This article provides some key points about the synthesis methods, reaction conditions, and characteristics of the obtained copolymers. Radical copolymerization methods are commonly used, where styrene and maleic anhydride react in the presence of initiators such as peroxides. Additive polymerization is also possible, which allows controlling the molecular weight and structure of the copolymer. The copolymers can exhibit good mechanical properties, heat resistance, and resistance to chemical influences. The introduction of maleic anhydride increases the polarity of the copolymer, which improves its compatibility with polar materials. The copolymers can be modified to improve adhesive properties or to create derivatives with functional groups. Anionic or cationic polymerization can provide better control over the molecular weight and composition. The ratio of styrene to maleic anhydride affects the properties of the copolymer. Typical ratios can vary from 1:1 to 4:1 depending on the desired characteristics. Styrene-maleic anhydride copolymers can act as good compatibilizers in blends with other types of polymers, enhancing interfacial adhesion between dissimilar polymers.

Keywords: styrene, maleic anhydride, copolymerization, composite, process optimization

Stirolun malein anhidridi ilə sopolimerizəsi və alinmiş məhsulların tətbiqi

[1] magistr Məhərrəmova Arzu, k.ü.f.d. [1,2]Seidova Xəyalə Heydər qızı
[1]*Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan*
[2]*Akad. Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu., Bakı, Azərbaycan*
seidovakh@gmail.com, http://orcid.org/0009-0006-8451-064x
arzumeherremova2019@gmail.com

XÜLASƏ

Stirol-malein anhidrid sopolimerləri müxtəlif sənaye tətbiqləri olan vacib materiallardır. Bu məqalədə stirol-malein anhidrid sopolimerləri sintez üsulları, reaksiya şəraiti və əldə edilən sopolimerlərin xüsusiyyətləri haqqında bəzi əsas məqamlar haqqında məlumat verilmişdir. Stirol və malein anhidridi sopolimerləşməsi əsasən radikal sopolimerləşmə üsulları ilə peroksidlər kimi insiatorların iştirakı ilə alınır. Additiv polimerləşmə də sopolimeri almaq mümkündür ki, bu da sopolimerin molekul kütləsini və quruluşunu idarə etməyə imkan verir. Sopolimerlər yaxşı mexaniki xassələrə, istilik müqavimətinə və kimyəvi təsirlərə qarşı müqavimət göstərə bilər. Malein anhidridin tətbiqi sopolimerin polyarlığı artırır, bu da onun polyar materialları ilə uyğunluğunu yaxşılaşdırır. Yapışqan xüsusiyyətlərini yaxşılaşdırmaq və ya funksional qrupları olan törəmələr yaratmaq üçün sopolimerlər modifikasiya oluna bilər. Anion və ya kation polimerləşmə molekul kütləsi və tərkib üzərində daha yaxşı nəzarəti təmin edə bilər. Stirolun malein anhidridə nisbəti sopolimerin xüsusiyyətlərinə təsir göstərir. Tipik nisbətlər istənilən xüsusiyyətlərdən asılı olaraq 1:1 ilə 4:1 arasında dəyişə bilər. Stirol-malein anhidrid sopolimerləri digər polimer növləri ilə qarışıqlarda yaxşı uyğunlaşdırıcı rolunu oynaya bilər, bu da polimerlər arasında fazalararası yapışmanı artırır.

Açar sözlər: stirol, malein anhidrid, sopolimerləşmə, kompozit, prosesin optimallaşdırılması

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0443

ELEKTRİK QAZ BOŞALMASI PLAZMASI VƏ KREYZ EFFEKTİNİN POLİMER MATRİSLİ KOMPOZİTLƏRİN FİZİKİ-KİMYƏVİ XASSƏLƏRİNƏ TƏSİRİ

Dadaşov Z.A.[1], Nurəliyev A.F.[2], Hüseynova G.X.[3], Yəhyayev F.F.[4]

[1,2,3,4]Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Fizika İnstitutu
[1,2,3,4] Polimer və aktiv kompozitlər laboratoriyası
Email: dadashov.zamir87@gmail.com

XÜLASƏ

Məqalədə elektrik qaz boşalması plazması və Kreyz effektinin polimer matrisli kompozitlərin fiziki və kimyəvi dəyişikliklərə təsiri araşdırılmışdır. Plazma ilə modifikasiyanın və Kreyz texnologiyasının polimerin səthində funksional qrupların əmələ gəlməsinə, materialın keçiriciliyinin və mexaniki dayanıqlılığının artmasına təsiri müəyyən edilmişdir. Termik analiz (DSK, TGA) və elektrofiziki ölçmələr (LCR) vasitəsilə dəyişikliklər təhlil edilmişdir. Nəticələr göstərir ki, elektrik qaz boşalması plazması və Kreyz texnologiyalarının kombinasiyası polimer matrisli kompozitlərin xassələrini əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşdırır və kompoziti xarakterizə edən makroskopik parametrləri yüksəlməsinə səbəb olur.

Açar sözlər: *elektrik qaz boşalması plazması, Kreyz effekti, polimer kompozitlərin termik analizi, səth modifikasiyas, elektrofiziki xassələr.*

GİRİŞ

Müasir materialşünaslıqda polimer matrisli kompozitlər (PMK) müxtəlif sənaye sahələrində geniş tətbiq olunan mühüm materiallar sırasına daxildir. Bu materiallar yüksək möhkəmlik, aşağı sıxlıq, yaxşı korroziya müqaviməti və tənzimlənə bilən elektrik və termal xassələri ilə fərqlənir. PMK-ların mexaniki, optik və elektrik xassələrinin daha da yaxşılaşdırılması istiqamətində aparılan tədqiqatlar onların tətbiq imkanlarını genişləndirmək üçün müxtəlif modifikasiya üsullarının işlənib hazırlanmasını tələb edir [1,2]. Ona görə də, elektrik qaz boşalması plazması və Kreyz effekti bu sahədə perspektivli texnologiyalar hesab olunur. Bu iki effekt polimer matrisli kompozitlərin strukturuna və fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərinə əhəmiyyətli təsir göstərə bilər [3,4].

Plazma texnologiyaları materialların səthində kimyəvi və fiziki dəyişikliklər yaratmaq üçün effektiv üsullardan biridir. Elektrik qaz boşalması plazması ionlaşmış qaz mühiti yaradaraq polimerlərin səthində funksional qrupların formalaşmasını təmin edir və onların nəmlənmə qabiliyyətini, adeziya xüsusiyyətlərini və mexaniki dayanıqlığını artırır [5]. Bundan əlavə, bu metod polimerlərin triboloji və optik xüsusiyyətlərini də dəyişdirərək onların müxtəlif texnoloji tətbiqlərdə istifadəsinə imkan yaradır. Plazma ilə işləmə prosesi aşağı temperaturda və ətraf mühitə minimal təsirlə həyata keçirildiyi üçün ekoloji cəhətdən əlverişli hesab olunur [6,7].

Digər tərəfdən, Kreyz effekti polimerlərin mexaniki yüklənmə altında mikroçatlar əmələ gətirmə hadisəsidir. Bu çatlar polimer materialın strukturunda mikromiqyaslı liflər şəklində meydana gəlir və materialın möhkəmliyinə və deformasiyaya uğraması mexanizminə təsir göstərir. Kreyz effektinin yaranması materialın molekulyar quruluşundan, xarici gərginlik şəraitindən və səth modifikasiyası üsullarından asılıdır [7-9]. Belə ki, plazma ilə işləmə polimer

səthinin enerjisini dəyişdirərək Kreyz effektinin yaranma və inkişaf mexanizmini idarə edə bilər. Məqalədə elektrik qaz boşalması plazması (EQBP) və Kreyz effektinin polimer matrisli kompozitlərin fiziki-kimyəvi, elektrofiziki və mexaniki xüsusiyyətlərinə təsiri öyrəniləcək.

Məqsəd

Bu tədqiqatın əsas məqsədi, elektrik qaz boşalması plazmasının və Kreyz effektinin polimer matrisli kompozitlərə təsirini araşdırmaq, onların səth xüsusiyyətlərində və daxili quruluşlarında baş verən dəyişiklikləri təhlil etməkdir.

Problemin aktuallığı və əlaqəli tədqiqatlar.

Son illərdə polimer matrisli kompozit materialların xassələrinin yaxşılaşdırılması və onların funksional xüsusiyyətlərinin artırılması istiqamətində müxtəlif tədqiqatlar aparılır. Bu baxımdan elektrik qaz boşalması plazmasının və Kreyz effektinin tətbiqi xüsusi maraq doğurur. Elektrik qaz boşalması plazması polimerin səthini modifikasiya etmək və onların mexaniki, kimyəvi və optik xüsusiyyətlərini dəyişdirmək üçün effektiv bir üsul hesab olunur. Digər tərəfdən, Kreyz effekti polimerin mikrostrukturunda müəyyən dəyişikliklər yarada bilər ki, bu da onların möhkəmliyinə və digər mühüm xassələrinə təsir göstərir.

Metodlar

Materialların seçimi. Tədqiqat obyektləri olaraq PKR1, PKR8, BN (bor nitridi) və yüksək sıxlıqlı polietilen (YSPE) termoplastik polimeri seçilmişdir. Matris kimi istifadə etdiyimiz polimerin yumşalma və ərimə temperaturu uyğun olaraq 80 – 90 ^{0}C və 130 – 135 ^{0}C – dir. Ölçüləri 63 – 100 mkm olan müxtəlif strukturlu pyezokeramikalar (PKR 1 – romboedrik, PKR 8 – tetraqonal), ölçüsü 2 – 8 mkm olan (3% həcmi payı olan) altıbucaqlı bor nitrid hissəcikləri YSPE tozuna əlavə edilmişdir [10,11]. Sonra alınan qarışıqlar 1 saat otaq temperaturunda maqnit qarışdırıcıda qarışdırılmış, daha sonra 4 saat ərzində disperqator Ultrasonic Təmizləyici NATO CD – 4800 (Çin) ilə qarışdırılmışdır. Dairəşəkilli kompozit nümunələri 165 ^{0}C temperaturda və 15 MPa təzyiqdə isti presləmə metodu ilə alınmışdır. Seçilmiş temperatura çatdıqdan sonra presləmə müddəti 15 – 20 dəq - dir. Alınan nümunələrin qalınlığı və diametric uyğun olaraq 100 mkm və 4 sm olmuşdur [12].

Təcrübə zamanı elektrik qaz boşalması plazması texnologiyasından istifadə edilmişdir. Bu halda plazmatron (UPU – 10) vasitəsilə tətbiq edilən gərginlik 8 kV – dur. Plazma 2,5 mm – lik hava qatında yaradılmışdır. Baryer elektrik qaz boşalması plazmasının müddəti 0,5 saat qəbul edilmişdir [13,14].

Kreyz effektini araşdırmaq üçün tədqiq olunan nümunələr kimi uzunluğu 30 mm, eni 15,5 mm və qalınlığı 75 μm olan YSPE nümunələrdən istifadə edilmişdir. Nümunələrin effektiv həcmində məsaməlilik aşağıdakı texnoloji şəraitdə formalaşmışdır: dartılma prosesi hava mühitində aparılmışdır; uzanma (dartılma) sürəti 2,5 mm/dəq, nümunənin həcmi deformasiyası hər 35% - də müəyyən edilib və bu deformasiya 210% - ə (35, 70, 105, 140, 175, 210 %) çatana qədər davam etdirilmişdir. Orta hesabla 10 – 11 təcrübə ilə eksperimental nəticələr alınmışdır [15].

Dielektrik ölçmələr Precision LCR Meter 1920 (İET Labs. İnc ABŞ) cihazında 20 Hs –1 MHs tezlik diapazonunda və 18 – 70 ^{0}C temperatur intervalında aparılmışdır. Bu halda tətbiq olunan gərginlik 0,5 V olmuşdur. Bu cihaz vasitəsilə müxtəlif tezliklərdə f elektrik tutumu C və dielektrik itki bucağı (tangens itki bucağı) D qeydə alınmışdır. Dielektrik nüfuzluğu ε aşağıdakı kimi müəyyən edilmişdir:

$$\varepsilon' = \frac{\varepsilon}{\sqrt{1+D^2}} \qquad \sigma = 2\pi f \varepsilon_0 \varepsilon'' \qquad (1)$$

Termik ölçmələr diferensial skan kalorimetriyası (DSK) NETZSCH DSC 204 F1 cihazında (Almaniya) arqon atmosferində aparılmışdır. Araşdırılan kompozit nümunəsi alminium yuvacıqda yerləşdirilir. Etalon nümunə kimi sapfir (Al_2O_3) götürülmüş, qızma sürəti 10 K/dəq, təsirsiz qaz axının sürəti 20 ml/dəq, nümunələrin çəkisi təxminən 40 mq seçilmişdir. Tədqiqatlar $-100 \div 600$ ^{0}C temperatur intervalında aparılmışdır. Bu cihaz vasitəsilə kompzitlərin termodinamik parametrləri ölçülmüş və aşağıdakı düsturların köməyilə hesablanmışdır:

Termoqram əyrisində yaranan pikin sahəsini bilməklə entalpiyanın dəyişməsi:

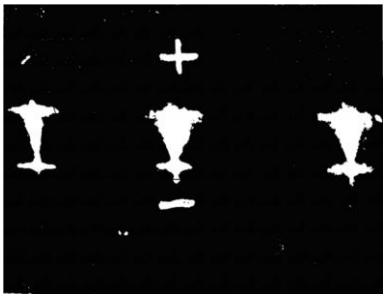
$$\Delta H = S_{sahə} = \int_0^T c_p \, dT \qquad (2)$$

Pikin sahəsini pikin keçid temperaturuna bölməklə nümunə üçün vacib parametr olan entropiyanın dəyişməsi: $\Delta S = \frac{\Delta H}{T_{keçid}} = \int_0^T \frac{c_p}{T} dT$ (3)

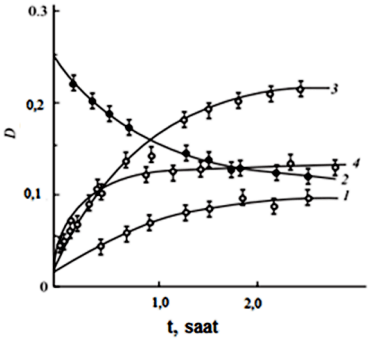
İstifadə olunan nümunə amorf və kristallik fazadan ibarət olduğundan termoqram əyrisindən istifadə edərək kristalliq dərəcəsi: $K = \frac{|\Delta H_{ərimə} + \Delta H_{soyuma}|}{\Delta H_{etalon}} \cdot 100\%$ (4)

Nəticə və müzakirə

Şəkil 1-də elektrik qaz boşalmasının təsiri altında polimerdə gedən struktur dəyişiklikləri göstərilmişdir. Şəkildən göründüyü kimi, qismən havada boşalmadan sonra YSPE intensiv oksidləşir və yeni udulma zonalarının meydana gəlməsi ilə müşayiət olunur. Şəkil 2–də YSPE+PKR1 kompozitinin İQ spektrindəki zolaqların optik sıxlığının plazmadan sonra yaranan qrupların kristallaşma müddətindən asılılığı göstərilmişdir.



Şəkil 1. Dielektrik maneələrlə məhdudlaşan hava boşluğunda plazma boşalma kanalının inkişafının optik mənzərəsi.

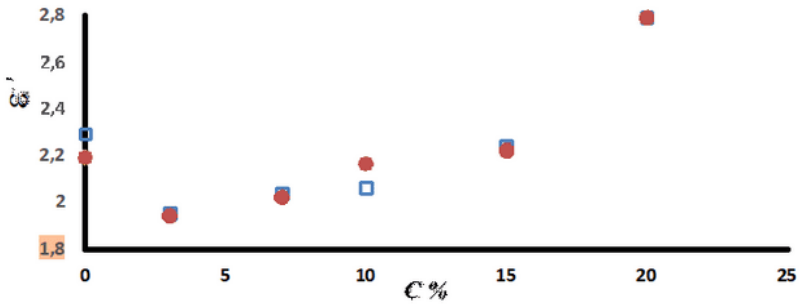


Şəkil 2. YSPE+PKR1 kompozitinin İQ spektrindəki zolaqların optik sıxlığının elektrotermoplazmatik kristallaşmadan sonra yaranan qrupların kristallaşma müddətindən

asılılığı. 1-3200 s+m^{-1}-OH; 2-4327 sm^{-1}-CH_2; 3- 1720 sm^{-1}- C=O; 4- 1278 sm^{-1}- C-O-C qrupları. Plazmatrona tətbiq olunan gərginlik U=20kV; hava qatının qalınlığı d=4mm.

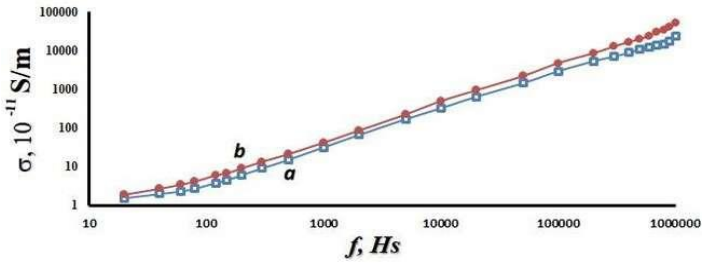
Şəkildən görünür ki, polimerdə yaranan əsas qruplar olan C = O, C – O –C, OP güclü polyar qruplardır. Belə ki, bu qrupların yaranması polimerin kimyəvi strukturunu dəyişməsilə nəticələnir. Deməli, YSPE –də kristallaşma prosesi zamanı onun qeyri – polyarlılığı pozulur və fazalalarası qarşılıqlı təsir artır. Nəticədə, fazalararası sərhəddə polimer matrisanın seqnetopyezokeramik hissəciklərin təsiri altında strukturunun formalaşır və fazalararası sərhəddə makromolekulların yürüklüyü azalır.

Şəkil 3 – də YSPE+BN kompozitinin plazmadan əvvəl və plazmadan sonra dielektrik nüfuzluğunun real qiymətlərinin BN in həcmi payından asılılığı göstərilib. Şəkildən görünür ki, bor nitridin həcmi payı artdıqca dielektrik nüfuzluğu artır. Şəkil 4-də təmiz polimerin elektrik qaz boşalması plazmadan əvvəl və elektrik qaz boşalması plazmasın- dan sonra keçiriciliyin tezlikdən asılılığı göstərilib. Qrafikdən görünür ki, plazmadan sonra bütün tezliklərdə keçiricilik artır. Bunun əsas səbəbi isə fikrimizcə, plazmadan sonra polimerin səthində kristallik fazanın artmasıdır



Şəkil 3. Təmiz YSPE-nin və müxtəlif həcmi payda BN daxil edilmiş kompozitlərdə 10 kHs tezlikdə plazmadan əvvəl və plazmadan sonra dielektrik nüfuzluğunun real qiymətinin həcmi paydan asılılığı. İçi boş xana plazmadan əvvəl; içi dolu xana plazmadan sonra.

. Belə ki, plazma ilə modifikasiya zamanı hava aralığında yaranan oksigen mənşəli qruplar polimer zənciri qıraraq orada lokallaşırlar və kristallaşma dərəcəsini artırır. Kristallaşma dərəcəsinin artması elektronlar üçün keçirici hədd rolunu oynayır və nəticədə kompozitin keçiriciliyi artır. Aparılan təcrübələr əsasında təmiz YSPE-nin müxtəlif modifikasiya üsulları ilə dielektrik nüfuzluğu (ε) və elektrik keçiriciliyi (σ) hesablanmış və alınan nəticələr cədvəl 1-də göstərilmişdir.



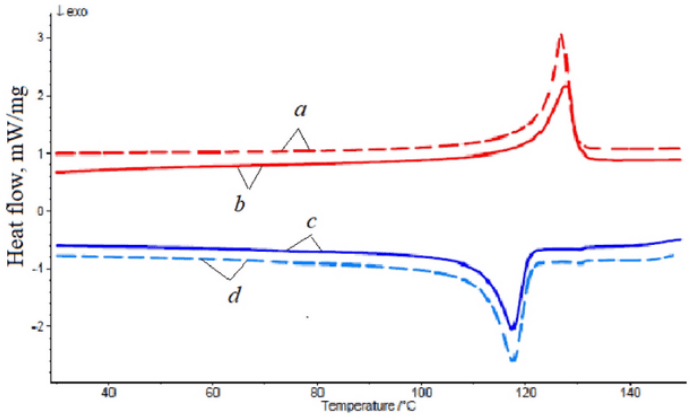
Şəkil 4. Təmiz YSPE-də keçiriciliyin tezlikdən asılılığı. *a*-plazmadan əvvəl; *b*-plazmadan sonra.

Cədvəl 1. Yüksək sıxlıqlı polietilenin müxtəlif modifikasiya üsullarının təsiri ilə dielektrik parametrlərinin ölçülməsi

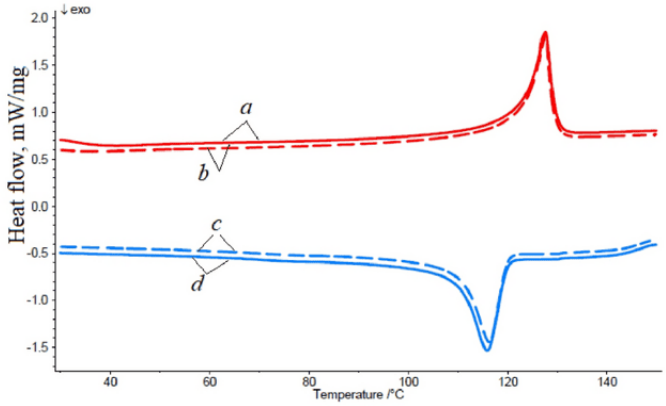
№	Nümunə	Dielektrik nüfuzluğu (ε)	Elektrik keçiriciliyi (σ)
1	YSPE	2,4	10^{-12}
2	Elektrik qaz boşalması təsiri ilə	3,1	10^{-8}
3	Kreyz tətbiq edilmiş	3,5	10^{-6}
4	EQBP+Kreyz	4,2	10^{-4}

Təcrübi nəticələr göstərir ki, elektrik qaz boşalması plazması (EQBP) və Kreyz üsullarının kombinasiyası elektrik keçiriciliyi, dielektrik nüfuzluğu və mexaniki dayanıqlığı əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşdırır.

Tədqiq olunan nümunələrin istilik xassələrinə elektrik qaz boşalması plazmasının təsirini müəyyən etmək üçün şəkil 4 və 5 – də DSC termoqramları göstərilmişdir. Şəkillərdən görünür ki, elektrik qaz boşalması plazmasının təsiri şəraitində nümunələrin istilik xassələri yaxşılaşır. DSC termoqra əyrilərindən istifadə edərək, nümunələrin şüşələşmə temperaturu, ərimə temperaturu, entalpiya, entropiya, xüsusi istilik tutumu, kristallıq dərəcəsini təyin etmək olar.



Şəkil 5. Təmiz YSPE -nin qızma prosesində (a- plazmadan sonra, b – plazmadan əvvəl) və soyuma prosesində (c-plazmadan əvvəl, d- plazmadan sonra) istilik enerjisinin temperaturdan asılılığı.



Şəkil 6. YSPE+BN kompozitinin qızma prosesində (a- plazmadan sonra, b – plazmadan əvvəl) və soyuma prosesində (c-plazmadan əvvəl, d- plazmadan sonra) istilik enerjisinin temperaturdan asılılığı. BN-in həcmi payı 20%-dir.

Nümunələrin kristallıq dərəcəsini (4) düsturundan istifadə edərək, hesabladıqda plazmadan sonrakı qiymət əvvəlki qiymətindən 15-20% artım müşahidə edilmişdir. Həmçinin, plazmadan sonra termik deqradasiya temperaturu 40-50 ^{0}C artmışdır, bu da materialın istilik dayanıqlığını artırır.

Nəticə

Plazma ilə polimerin səthində funksional qrupların yaranmasına və qarşılıqlı təsirin güclənməsinə səbəb olmuşdur. Kreyz effekti polimerin daxili strukturunda mikroməsamələrin yaranmasına səbəb olaraq elektrofiziki xassələri yaxşılaşdırmışdır. Elektrik qaz boşalması plazması və Kreyz texnologiyalarının kombinasiyası polimer matrisli kompozitlərin mexaniki, elektrofiziki və termik stabilliyini əhəmiyyətli dərəcədə dielektrik nüfuzluğu təxminən 2, elektrik keçiricliyi isə 10^8 dəfə artırmışdır.

Ədəbiyyat

1. T.C.İbrahimov, G.X.Hüseynova, Z.A.Dadaşov, A.F.Nuraliyev. YSPE-BN KOMPOZİT-LƏRDƏ BARYERELEKTRİK QAZ BOŞALMASININ DİELEKTRİK RELAKSASİYA VƏ ELEKTRİK KEÇİRİCİLİYİNƏ TƏSİRİ. AJP FİZİKA 2024 volume XXX №2, section: A
2. T.D. IBRAGIMOV, G.Kh.HUSEYNOVA, Z.A. DADASHOV, A.F. NURALIYEV. EFFECT OF ELECTRIC DISCHARGE PLASMA ON THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF HDPE-BN COMPOSITES. AJP FIZIKA 2023 volume XXIX № 2, section En, pp.24-30.
3. Veronica Luque-Agudo, Margarita Hierro-Oliva, Amparo M. Gallardo-Moreno. Effect of plasma treatment on the surface properties of polylactic acid films. Polymer Testing 96 (2021) 107097. pp 1-8.
4. F.N.Tatardar. EFFECTS OF ELECTRIC DISCHARGE PLASMA TREATMENT ON THE POLYMER COMPOSITES. AJP Fizika 2022 vol XXIX, №2, section En, pp.70-74.
5. Alexey S. Gruzd, Elena S. Trofimchuk, Nina I. Nikonorova. Novel polyolefin/silicon dioxide/H3PO4 composite membranes with spatially heterogeneous structure for phosphoric acid fuel cell. International Journal of Hydrogen Energy Volume 38, Issue 10, 1 April 2013, Pages 4132-4143.
6. M. A. Kurbanov, V. A. Goldade, S. V. Zotov, I. S. Ramazanova, A. F. Nuraliev, F. F. Yakhyaev, U. V. Yusifova, B. G. Khudayarov, Generation of craze-formation centers in polymer films under the action of electric discharge plasma, Zhurnal Tekhnicheskoi Fiziki, 2018, Volume 88, Issue 7, 995–999
7. А.Л.ВоЛынский, А.Ю.Rрышева, Е.F.РухЛя, А.В.ЕLимов, Л.М.Rрышева, Н.Ф.Бакеев. ДеLормационное размягчение стекЛообразных и кристаЛЛических поЛимеров. *Успехи химии* 82 (10) 988 − 100б (2013)
8. А. Л. Волынский, А. Ю. Ярышева, Е. Г. Рухля, Л. М. Ярышева, Н. Ф. Бакеев. ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ЯВЛЕНИЙ НА МОЛЕКУЛЯРНУЮ ПОДВИЖНОСТЬ В СТЕКЛООБРАЗНЫХ ПОЛИМЕРАХ. КОЛЛОИДНЫЙ ЖУРНАЛ, 2016, том 78, № 3, с. 271–297.
9. Л. М. Ярышева, Е. Г. Рухля, А. Ю. Ярышева# , А. Л. Волынский, Н. Ф. Бакеев. КРЕЙЗИНГ КАК МЕТОД СОЗДАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ СМЕСЕЙ. ОБЗОРНЫЙ

ЖУРНАЛ ПО ХИМИИ, 2012, том 2, № 1, с. 3–21.
10. Е.С. Трофимчук, Н.И. Никонорова, Е.А. Нестерова, С.А. Якухнов. Получение нанопористых неорганических пластин. РОССИЙСКИЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ | ТОМ 7 | №7–8 2012.
11. А. Ю. Ярышева, Д. В. Багров, Е. Г. Рухля, Л. М. Ярышева. ПЕРВОЕ ПРЯМОЕ МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КРЕЙЗОВАННОЙ СТРУКТУРЫ ПОЛИМЕРА, СТАБИЛИЗИРОВАННОЙ ЖИДКОЙ СРЕДОЙ. ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК, 2011, т 440, № 5, с. 655–657.
12. Н.И. Никонорова, Е.С. Трофимчук, И.Б. Мешков, А.Л. Волынский, Н.Ф. Бакеев. Нанокомпозиты на основе полиэтилена и модифицированных форм кремнезема. РОССИЙСКИЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ | ТОМ 10 | №11–12 2015.
13. М.А. Курбанов, И.С. Рамазанова, В.А. Гольдаде, А.Ф. Нуралиев, Ф.Ф. Яхяев, З.А. Дадашов. Крейзы в плазмомодифицированных полимерных материалах. Журнал технической физики, 2020, том 90, вып.6 с.979-981.
14. А.С. ЛОЖКОМОЕВ, Е.А. ГЛАЗКОВА, Е.Г. ХОРОБРАЯ, М.И. ЛЕРНЕР, А.Н. МАЛЬЦЕВ. МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ ВОЛОКОН DRE-ПЛАЗМОЙ ДЛЯ АДГЕЗИИ ЧАСТИЦ ОКСИГИДРОКСИДА АЛЮМИНИЯ1. ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ Т. 56, № 4 ФИЗИКА 2013. стр.22-26.
15. Л.И. Бондалетова, В.Г. Бондалетов. ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ Часть 2. НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕ. 2020. – 130 с.

EFFECTS OF ELECTRİC GAS DİSCHARGE PLASMA AND CRAZE EFFECT ON THE PHYSİCOCHEMİCAL PROPERTİES OF POLYMER MATRİX COMPOSİTES

Dadashov Z.A[1], Nuraliyev A.F[2], Huseynova G.Kh[3], Yahyayev F.F[4]

[1,2,3,4] Institute of Physics Ministry of Science and Education Republic of Azerbaijan
Email: dadashov.zamir87@gmail.com

ABSTRACT

This article investigates the effects of electric gas discharge plasma and crazing on the physical and chemical properties of polymer matrix composites. The effects of plasma modification and crazing technology on the formation of functional groups on the polymer surface, as well as the enhancement of the material′s conductivity and mechanical stability, have been determined. Changes in the analyzed samples were evaluated using thermal analysis methods (DSC, TGA) and electrophysical measurements (LCR). The results indicate that the combination of electric gas discharge plasma and crazing technologies significantly enhances the properties of polymer matrix composites, leading to improvements in the macroscopic parameters characterizing the composites material.

Keywords: electric gas discharge plasma, Craze effect, thermal analysis of polymer composites, surface modification, electrophysical properties.

ВЛИЯНИЕ ПЛАЗМЫ ЭЛЕКТРОГАЗОВОГО РАЗРЯДА И ЭФФЕКТА КРЕЙЗА НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЧКИ

Дадашов З.А[1], Нуралиев А.F[2] , Гусейнова Г.Х[3] , Яхьяев Ф.F[4]

[1,2,3,4]Институт Физики Министерства Науки и Образования Азербайджанской Республики.
Email: dadashov.zamir87@gmail.com

РЕЗЮМЕ

В данной статье исследуется влияние плазмы электрического газового разряда и крейзинга на физико-химические свойства полимерных матричных композитов. Определено влияние плазменной модификации и технологии крейзинга на образование функциональных групп на поверхности полимера, а также на повышение проводимости и механической стабильности материала. Изменения в анализируемых образцах оценивались с использованием методов термического анализа (ДСК, ТГА) и электрофизических измерений (ЛЦР). Результаты показывают, что сочетание плазмы электрического газового разряда и технологий крейзинга значительно улучшает свойства полимерных матричных композитов, что приводит к улучшению макроскопических параметров, характеризующих материал композитов.

***Ключевые слова**: плазма электрического газового разряда, эффект крейза, термический анализ полимерных композитов, модификация поверхности, электрофизические свойства.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0451

EPOKSI-DIAN QƏTRANI ED-20 VƏ ALÜMINIUM HIDROKCID ƏSASLI POLIMER NANO- VƏ MIKROKOMPOZITLƏRIN ELEKTROFIZIKI XASSƏLƏRINƏ QAMMA ŞÜALANMANIN TƏSIRI

M.N. Bayramov[1], V.M. Səfərova[2]

[1]Laboratoriya rəhbəri,f.ü.f.d., dosent, Radiasiya Problemləri İnstitutu, AR ETN,Bakı,Azərbaycan,
m.bayramov51@mail.ru, http://orcid.org/0009-0001-8162-0054. Mobil:+994506735128
[2]Mühəndis, Radiasiya Problemləri İnstitutu, AR ETN, Bakı,Azərbaycan, vefaseferova@list.ru
http://orcid.org/0009-0003-0023-9732. Mobil:+994507560919

XÜLASƏ

Tədqiqat işində epoksi - dian qətranı ED-20 matrisinə 5, 10, 20, 30 və 40 həcm faizi miqdarında daxil edilən mikroölçülü $Al(OH)_3$ doldurucu tozu və 5 həcm faizi miqdarında daxil edilən nano ölçülü nano-$Al(OH)_3$ doldurucu tozundan ibarət polimer kompozit nümunələri hazırlanmış, onların elektrofiziki parametrlərinin (ε', tgδ və ρ_v) (303-473)K temperatur intervalında temperatur asılılıqları qamma-şüalanmadan əvvəl və 100, 200, 300, 400 və 800 kQr udulma dozalarında tədqiq edilmişdir. Nano-və mikrokompozit nümunələri üçün elektrofiziki parametrlərin temperatur asılılıqlarında temperaturun artması ilə dielektrik nüfuzluğunun həqiqi hissəsinin (ε‘), dielektrik itki bucağının tangensinin (tgδ) qiymətlərinin artması, xüsusi həcmi elektrik müqavimətinin (ρ_v) qiymətinin azalması müşahidə olunur. İlkin, şüalanmamış ED-20 kompoziti ilə müqayisədə ED-20/nano-$Al(OH)_3$-in (ω=5h%) dielektrik nüfuzluğunun həqiqi hissəsinin qiymətləri, T=303K temperaturda $\varepsilon_1'/\varepsilon_2'$ –də 1,24 (D=0) dəfə azalır, amma $\varepsilon_3'/\varepsilon_1'$–də 1,08 (D=100kQr) dəfə, $\varepsilon_4'/\varepsilon_1'$–də 1,11 (D=200kQr) dəfə , $\varepsilon_5'/\varepsilon_1'$–də 1,22 (D=300kQr) dəfə, $\varepsilon_6'/\varepsilon_1'$–də 1,27 (D=400kQr) dəfə və $\varepsilon_7'/\varepsilon_1'$–də 1,32 (D=800kQr) dəfə artır. ED-20/$Al(OH)_3$ (ω=5h.%) kompozitləri üçün isə dielektrik nüfuzluğunun həqiqi hissəsinin qiymətləri belə dəyişir: $\varepsilon_1'/\varepsilon_2'$ –də 1,37 (D=0) dəfə, $\varepsilon_1'/\varepsilon_3'$ –də 1,12 (D=100kQr) dəfə, $\varepsilon_1'/\varepsilon_4'$ –də 1,17 (D=200kQr) dəfə, $\varepsilon_1'/\varepsilon_5'$ –də 1,19 (D=300kQr) dəfə azalır, amma $\varepsilon_6'/\varepsilon_1'$–də 1,02 (D=400kQr) dəfə, $\varepsilon_7'/\varepsilon_1'$ –də 1,03 (D=800kQr) dəfə artır. Analoji dəyişikliklər nano-və mikrokompozit nümunələrinin $tg\delta = f(T)$ və $lg\rho_v = f(T)$ asılılıqları üçün də xarakterikdir. Doldurucuların miqdarı (ω=5h%) eyni olan, qamma şüalarla şüalandırılmlş ED-20/nano-$Al(OH)_3$ və ED-20/$Al(OH)_3$ kompozitlərinin temperatur asılılıqlarında baş verən fərqli dəyişikliklər həm nano və mikroplçülü alüminium hidroksidin kimyəvi təbiəti, ölçülərindən, həm də radioliz zamanı baş verən destrtuksiya və tikilmə proseslərinin gedişi ilə bağlıdır. Tədqiq olunan nümunələrdə $lg\rho_v = f(T)$ asılılığının dəyişmə xarakteri eynidir və sıçrayışlı keçiricilik üçün tipikdir. Tədqiq olunan kompozit nümunələrin elektrofiziki xassələri 800 kQr udulma dozasına qədər qamma şüalar və doldurucunun miqdarı ilə tənzimlənə bilər.

Açar sözlər: epoksi-dian qətrani ED-20, epoksid oliqomerlər, polimer kompozitlər, alov gecikdiricilər, mikroölçülü alüminim hidroksid, qamma-şüalanma, udulma dozasi, elektrofiziki xassələr.

GIRIŞ

Hal-hazırda sənayenin bütün sahələrində geniş tətbiq olunan epoksi - dian qətranı ED-20

əsasında istifadə olunan polimer kompozit materiallardan (PKM) yanğına davamlılıqla yanaşı, xüsusən kosmik aparatlarda işləyən qurğular üçün qamma- şüalanmaya davamlıq da tələb olunur. Bu kompozitlərin yanğın riskini azaltmaq üçün onların tərkibinə toksik olmayan alov gecikdiriciləri (AG) –məsələn, alüminium hidroksid $Al(OH)_3$, $Mg(OH)_2$ və s.əlavə olunur. Müəyyən edilmişdir ki, toksiki halogenləşdirilmiş və aromatik alov gecikdiricilərindən fərqli olaraq nisbətən ucuz $Al(OH)_3$ nano və yaxud mikrohissəcikləri epoksid oligomerlər əsasında hazırlanan polimer kompozitlərin istifadəsini ekoloji tələblərlə məhdudlaşdırmır. $Al(OH)_3$ alov gecikdiriciləri epoksi - dian qatranı əsasında polimer kompozitlərin istiliyə davamlılığının artmasına, alışqanlığının və tüstü əmələ gətirmə qabiliyyətinin azalmasına səbəb olur [1, 2, 3, 4]..

Son dövrlərdə elektrotexnika, maşınqayırma, tikinti sənayesi və s. sahələrdə , epoksi dian oliqomerləri əsasında polimer kompozit materialları geniş tədbiq olunur. Belə ki bu kompozitlərin texnoloji, fiziki-mexaniki, termofiziki və fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərinin geniş çeşidi və onların sintezi üçün nisbətən əlverişli xammal bazasının olmasına əsaslanır. [5,6,7, 8]. Epoksi oligomerlər tikinti strukturlarının təmiri və möhkəmləndirilməsi üçün kömür, bazalt və şüşə liflərlə möhkəmləndirilmiş müxtəlif kimyəvi davamlı örtüklər, polimer məhlullar və polimer betonların istehsalında bağlayıcı kimi istifadə olunur, Son dövrlərdə bütün sənaye sahələrində - mülki avadanlıqlar, sənaye obyektləri və tibbdə tətbiq olunan polimer materiallara yanğına davamlılığı üçün ciddi tələblər qoyulur, çünki üzvi kimyəvi quruluşlarına görə polimer materiallar əsasən yanıcıdırlar.[5,6,7].

Yanğına qarşı davamlılıq tələbləri olan bir çox sahələrdə (ictimai nəqliyyatın daxili hissələri, elektrik və elektron cihazları və s.), epoksid əsaslı kompozitlərin yanğın riskini azaltmaq üçün onlara alov gecikdiricilərin əlavə edilməsi lazımdır. Beləliklə, epoksi əsaslı kompozitlərin tətbiqində nanoölçülü AG-lərin, effektivliyi çox vacib rol oynayır. Yüksək temperaturun təsiri altında metal hidroksidlər suyun sərbəst buraxılması ilə parçalanır. Parçalanma reaksiyası endotermikdir və substratın alovlanma nöqtəsindən aşağı temperaturlara qədər soyumasına səbəb olur. Suyun əmələ gəlməsi parçalanma zamanı yayılan yanan qazların seyreltilməsinə kömək edir, oksigenin təsirini zəiflədir və yanma sürətini azaldır. Hidroksidlərin effektivliyi polimerdəki tərkibi ilə birbaşa mütənasibdir [8, 9, 10, 11]

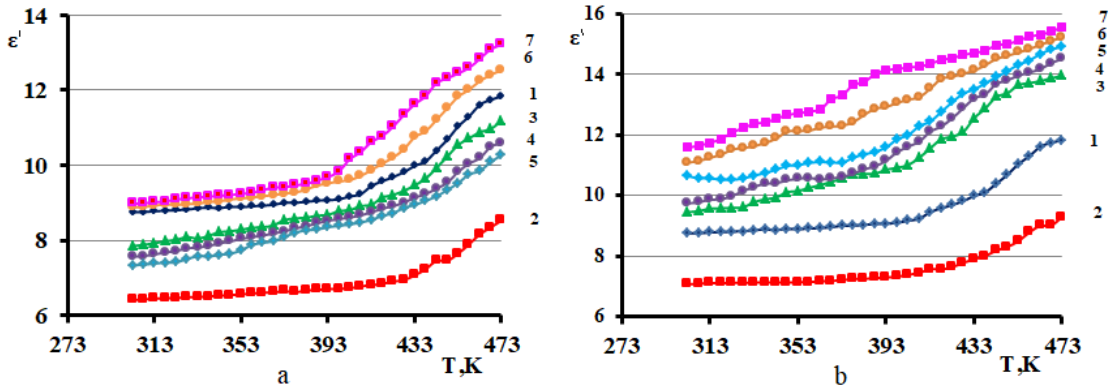
İşin əsas məqsədi epoksi-dian qətranı (ED-20) və nano-və mikro ölçülü alüminium hidroksid Al(OH)3 hissəciklərindən ibarət yanğına qarşı davamlı yeni ekoloji cəhətdən təhlükəsiz ED-20/ nano-$Al(OH)_3$ və ED-20/ $Al(OH)_3$ kompozit nümunələrinin alınması, onların elektrofiziki xassələrinə (ε, tgδ və ρ_v) qamma şüalanmanın 800 kQr udulma dozasına qədər təsirini tətqiq etməkdir.

TƏDQIQAT METODU

Tədqiqatda epoksi-dian qətranı (ED-20) və alov gecikdirici kimi mikroölçülü (200mkm) $Al(OH)_3$ hissəciklərindən, doldurucunun miqdarları ilə fərqlənən ED-20/$Al(OH)_3$ kompozit nümunələri alınmış, onların elektrofiziki xassələrinə: dielektrik nüfuzluğunun həqiqi hissəsinə (ε'), dielektrik itki bucağının tangensinə (tgδ), xüsusi həcmi elektrik müqavimətinin (ρ_v) qamma şüalanmanın təsiri tətqiq edilmişdir. Polimer epoksi matrisa stexiometrik miqdarda götürülən ED-20 markalı epoksid-dian qətranından (ГОСТ 10587-84), bərkidicidən- metiltetrahidroftal anhidridi MTHFA (ТУ 38.103149-85), sürətləndiricidən- УП-606/2 (ТУ6-00209817.035-96), plastifikatordan- Laprol 503 (ТУ 2226-009-10488057-94) ibarət maye homogen qarışıqdan hazırlanır. Sınaq nümunələrini hazırlamaq üçün (323-333)K temperaturda epoksid matrisaya ayrı-ayrılıqda, müvafiq miqdarda H-NT-75 markalı nano-$Al(OH)_3$ (85±5 nm) və AH-20 markalı

mikroölçülü alüminium hidroksid $Al(OH)_3$ (200mkm-dən kiçik) tozu (CAS 21645-51-2, Çin) daxil edilir və bircinsli sistem alınana qədər qarışdırılır. Maye halında olan müvafiq qarışıqlar metal formalara tökülür. Diametri 54 mm və qalınlığı 900-1000 mkm olan nümunələr (353-453)K temperaturda pilləli rejimdə СНОЛ tipli mufel peçində bərkidilir. Kompozit nümunələrinin dəyişən elektrik sahəsində elektrofiziki parametrləri (ε, tgδ, ρ_v) təyin rtmək üçün tezliyin (25 - 10^6)Hz diapazonunda işləyən E7 - 20 tipli immitans ölçən cihazından istifadə edilmişdir. Nano-mikrokompozitləri ^{60}Co şüalanma mənbəyinə malik MRX-γ-25 qurğusuinda otaq temperaturunda 100÷ 800 kQr udulma dozasına qədər γ-şüaları ilə şüalanmışdır. Udulan dozanın gücü 1,45 Qr/san. olmuşdur.

Şəkil 1-də ED-20, ED-20/nano-$Al(OH)_3$ və ED-20/$Al(OH)_3$ kompozitlərinin dielektrik nüfuzluğunun həqiqi hissəsinin (ε′) temperatur və doldurucinin miqdarından ω asılı asılılıqları, ε′=f(T) verilmişdit.

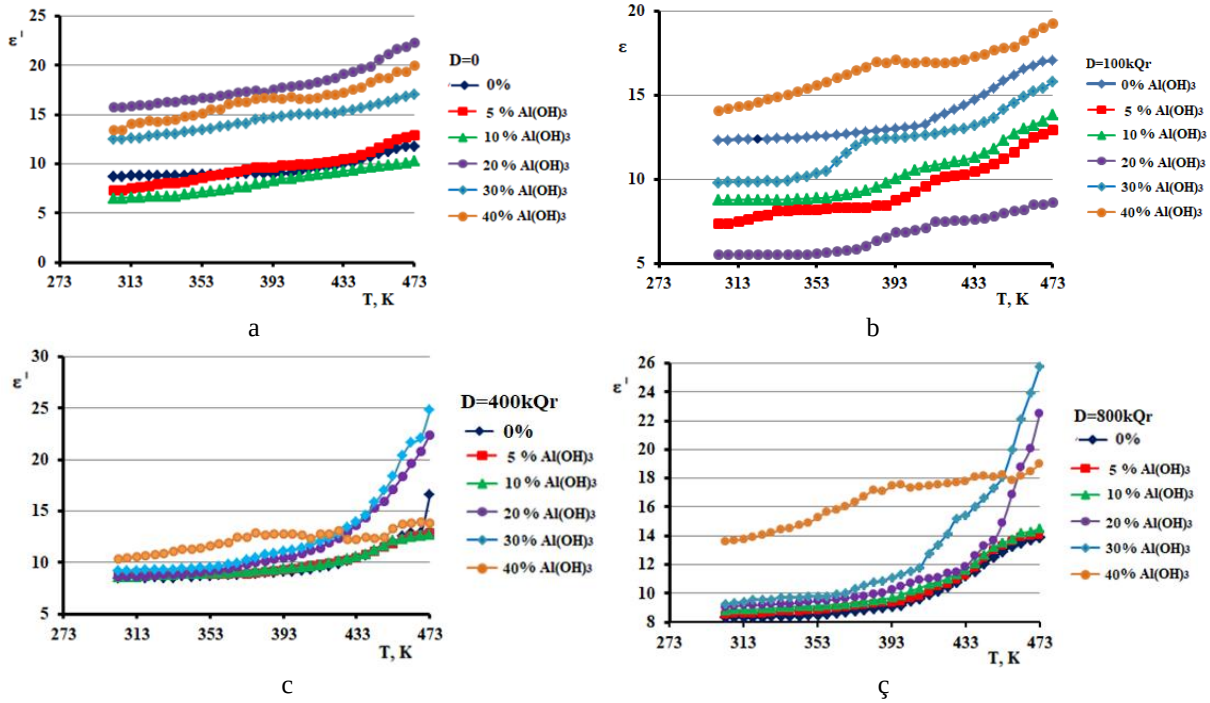


Şəkil 1. İlkin ED-20 (1), şüalanmamış D=0 (2) və D=100 kQr (3), D=200 kQr (4), D=300 kQr (5), D=400 kQr (6) və D=800 kQr (7) udulma dozalarında γ-şüalarla şüalandırılmış ED-20/nano-$Al(OH)_3$ (a) və ED-20/$Al(OH)_3$(b) kompozit nümunələrinin dielektrik nüfuzluqlarının həqiqi hissəsinin temperatur və doldurucunun miqdarından asılılıqları ε'=f(T), doldurucuların nano-$Al(OH)_3$ və $Al(OH)_3$ miqdarı ω =5 həcm%.

Şəkil 2-də ED-20 və ED-20/$Al(OH)_3$ kompozitlərinin dielektrik nüfuzluğunun həqiqi hissəsinin (ε′) temperatur asılılıqları, ε′=f(T), v=1kHs : a)-D=0; b) =100kQr; c)-D=400kQr və ç)- D=800kQr.ω=0%, 5%, 10%, 20%,30% və 40% verilmişdir.

Şəkil 2a -dan göründüyü kimi, şüalanmamış (D=0) nümunələri üçün temperaturun 473K-nə qədər artması zamanı dielektrik nüfuzluqlarının həqiqi hissəsinin ε' qiymətrləri doldurucinin miqdarından ω asılı olaraq fərqli, lakin monoton artır. Bütün nümunələr üçün ε'=f(T) asılılıqların gedişi eynidir. ω=5-10h%-li ED-20/nano-$Al(OH)_3$ kompozitləriində ε' qiymətrləri ED-20 kompoziti səviyyəsində olsa da, doldurucinin ω=20-40h%-i miqdarında kompozitləriin ε' qiymətrlərindən 1,7- 1,84 dəfə kiçikdirlər. ω=20h%-li ED-20/nano-$Al(OH)_3$ kompozitləriində ε' qiymətrləri daha yüksəkdir.Göründüyü kimi, kompozitlərin ε' qiymətrlərinə doldurucinin miqdarın ω=20-40h% olduqda daha böyükdürlər.Temperaturun bütün dəyişmə intervalında nümunələrin dispersiyasının dərinliyini göstərən $\Delta\varepsilon' = \varepsilon'_{473} - \varepsilon'_{303}$ kəmiyyəti uyğun olaraq ED-20 kompoziti üçün 3.08, ED-20/nano-$Al(OH)_3$ kompoziti üçün ω=5h% olduqda 5,6, ω=10h% olduqda 3,78, ω=20h% olduqda 6,59, ω=30h% olduqda 4,63 və ω=40h% olduqda 6,61olur. ED -

20/ $Al(OH)_3$ kompoziti üçün isə 1.75 təşkil edir.



Şəkil 2. ED-20 və ED-20/$Al(OH)_3$ kompozitlərinin dielektrik nüfuzluğunun həqiqi hissəsinin (ε′) temperatur asılılıqları, ε′=f(T), v=1kHs : a)-D=0; b) =100kQr; c)-D=400kQr və ç)- D=800kQr.ω=0%, 5%, 10%, 20%,30% və 40%.

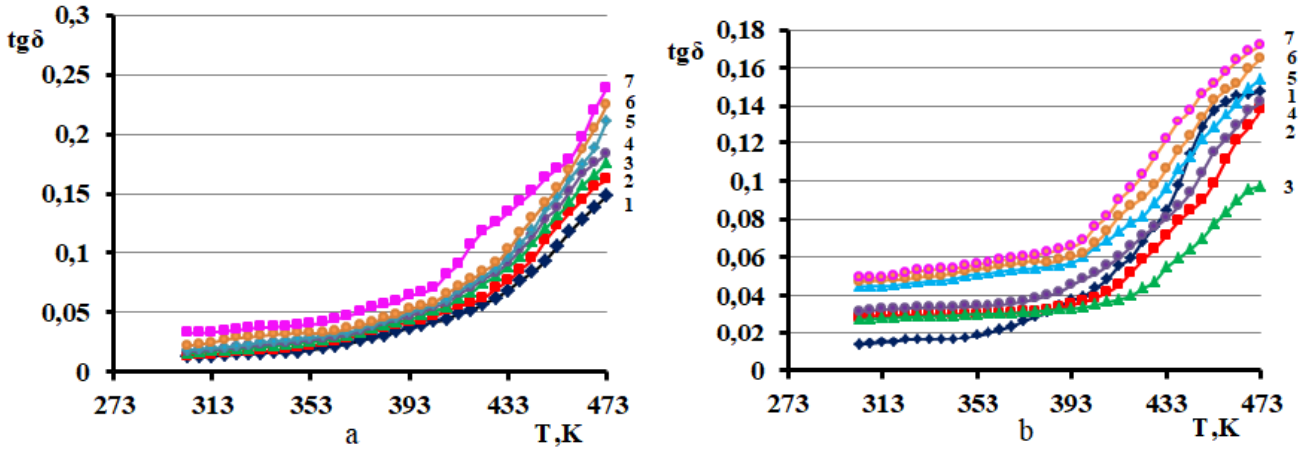
Şəkil 2b-də D=100kQr udulma dozasında γ-şüalarla şüalandırılmış kompozit nümunələrinin ε'=f(T) asılılığından görünür ki, ε' qiymətrləri böyüyərək T=303K temperaturda uyğun olaraq 12,34, 7,39, 6,55, 5,54, 9,69, və 14,09 təşkil edir, yəni 1.14 dəfə artmışdır. İlkin (ω=0), və ω=5h% - 40h% -li kompozitlərdə 473K temperatura qədər ε'=f(T) asılılıqların gedişi eynidir. ω=5h% - 30h% -li kompozitlərdə ε' qiymətrləri ED-20 kompozitinin (ω=0) ε' qiymətindən kiçikdirlər, lakin ω=40h% -li kompozitlərdə isə bir qədər artır. $\Delta\varepsilon'_{473-403}$ kəmiyyəti bu nümunələr üçün uyğun olaraq 4,73, 5,6, 3,78, 3,1, 7,2 və 5,25-dir.

D=400kQr udulma dozasında (şəkil 1c) γ-şüalarla şüalandırılmış kompozit nümunələrinin ε'=f(T) asılılığından görünür ki, tədqiq olunan temperayur intervalında şüalanmamış və şüalandırılmış nümunələrlə müqayisədə ED - 20/ $Al(OH)_3$ nümunələrin ε' qiymətlərində ω=10h% və ω=20h% üçün ε' qiymətində artma, ω=5h%,30h% və 40h% üçün azalma müşahidə olunur. Bu halda ED – 20 kompozitinin ε' qiyməti praktiki olaraq dəyişməz qalır. D=800kQr udulma dozasında (şəkil 1ç) γ-şüalarla şüalandırılmış kompozit nümunələrinin ε'=f(T) asılılıqlarından göründüyü kimi kompozitlərin ε' qiymətlərinin D=400kQr udulma dozası ilə müqayisədə bir qədər artması müşahidə olunur.Ümumiyyətlə tədqiq olunan kompozitlərin ε' parametri D=0-800 kQr udulma dozalarında praktiki olaraq az dəyişikliklərə uğrayırlar, yəni onlar da γ-radiasiyaya davamlıdırlar.

Kompozitlərin ε' qiymətrlərinin şüalanmadan sonra artması nümunələrinin qadağan olunmuş zonasında müəyyən radiasiya defektlərinin yaranması ilə şərtlənir ki, nəticədə ED – 20 oliqomerində makromolekul zəncirlərinin tikilməsi və üstmolekulyar quruluşda strukturun yenidən qurulması baş verir. Bu defektlər elektrik yükdaşıyıcılarını qadağan olunmuş zonasından

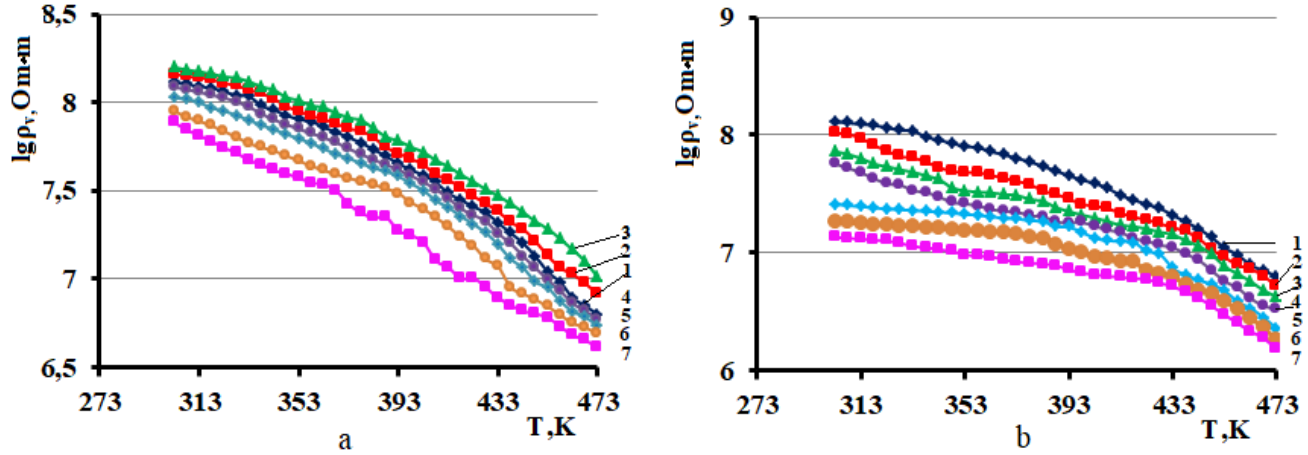
keçirir. Beləliklə qamma şüalanma materialın yük toplamaq qabiliyyətini artırır və nəticədə ε' böyüyür.

Şəkil 3-də. ED-20, ED-20/nano-$Al(OH)_3$ və ED-20/$Al(OH)_3$ kompozit nümunələrinin dielektrik itki bucağının tangensinin temperatur asılılıqları tgδ =f(T) asılılıqları verilmişdit.



Şəkil 3. İlkin ED-20 (1), şüalanmamış D=0 (2) və D=100 kQr (3), D=200 kQr (4), D=300 kQr (5), D=400 kQr (6), D=800 kQr (7) udulma dozalarında qamma şüalarla şüalandırılmış ED-20/nano-$Al(OH)_3$ (a) və ED-20/$Al(OH)_3$(b) kompozit nümunələrinin dielektrik itki bucağının tangensinin temperatur asılılıqları tgδ =f(T), doldurucuların nano-$Al(OH)_3$ və $Al(OH)_3$ miqdarı ϕ =5 həcm%.

Şəkil 4-də ilkin ED-20 (1), şüalanmamış və 100-800kQr udulma dozalarında γ-şüalarla şüalandırılmış ED-20/nano-$Al(OH)_3$ və ED-20/$Al(OH)_3$ kompozit nümunələrinin xüsusi həcmi elektrik müqavimətinin loqarifmik qiymətinin temperatur asılılıqları lgρ_v =f(T) verilmişdir.



Şəkil 4. İlkin ED-20 (1), şüalanmamış D=0 (2) və D=100 kQr (3), D=200 kQr (4), D=300 kQr (5), D=400 kQr (6) və D=800 kQr (7) udulma dozalarında γ-şüalarla şüalandırılmış ED-20/nano-$Al(OH)_3$ (a) və ED-20/$Al(OH)_3$(b) kompozit nümunələrinin xüsusi həcmi elektrik müqavimətinin loqarifmik qiymətinin temperatur asılılıqları lgρ_v =f(T), doldurucuların nano-$Al(OH)_3$ və $Al(OH)_3$ miqdarı ω =5 həcm%.

(

ED-20, ED-20/nano-$Al(OH)_3$ və ED-20/$Al(OH)_3$ kompozitlərinin dielektrik nüfuzluğunun həqiqi hissəsinin dielektrik itki bucağının tangensinin və xüsusi həcmi elektrik müqavimətinin loqarifmik qiymətinin temperatur asılılıqlarının $\varepsilon' = = f(T)$, $tg\delta = f(T)$ və $lg\rho_v = f(T)$ analizi (şəkil 1, 3 və 4) göstərir ki, radioliz prosesi zamanı eyni vaxtda destruksiya və tikilmə - molekullararası rabitənin zəifləməsi və struktur defektlərində yüklərin toplanması baş verir.

NƏTICƏ

Qamma şüalanmanın ED-20/nan0-$Al(OH)_3$ və ED-20/$Al(OH)_3$ nano-və mikrokompozitlərinin elektrofiziki xassələrinə təsiri nəticəsində müşahidə olunan dəyişikliklərin səbəbi D=100kQr, 200kQr, 300kQr, 400kQr və D=800 kQr udulma dozalarında kompozit nümunələrində radioliz zamanı $Al(OH)_3$ hissəcikləri polimer matrisinin tikilmə prosesinə mane olmasa da makromolekulların hərəkətliliyini azaldır. Eyni zamanda, nümunələrin ε' qiymətlərinin həmçinin xüsusi həcmi elektrik müqavimətinin ρ_v (elektrik keçiriciliyinin qiymətlərinin artması) həm nano, həm də mikro $Al(OH)_3$-in kimyəvi təbiəti ilə əlaqəlidir, bu da radioliz zamanı epoksi matrisin tikilməsi baş versə də, yük daşıyıcıların əlavə bərpası mənbəyi kimi kompozitlərin polyarlılığını artırır.

Tədqiq olunan nümunələr sıçrayışlı keçiriciliyə malikdirlər.

Tədqiq olunan kompozit nümunələrin elektrofiziki xassələri 800 kQr udulma dozasına qədər qamma- şüalar və doldurucunun miqdarı ilə tənzimlənə bilər.

ƏDƏBIYYAT SIYAHISI

1.N.Ş.Əliyev, M.N.Bayramov, B.Ə.Məmmədov, A.Ə.Nəbiyev Yüksək sıxlıqlı polietilen/TiO_2 kompozitlərində quruluşrelaksasiya proseslərinə doldurucuların və g-şüalanmanın təsiri. Journal of Radiation Researches Azerbaijan National Academy of Sciences İnstitute of Radiation Problems, Volume 5, N2, 2018, Baku.

2. В.И. Иржак. Эпоксидные полимеры и нанокомпозиты – Черноголовка: «Редакционно-издательский отдел ИПХФ РАН», 2021. – 319 с.

3.А Ш.М.Маммадов, А.А.Гарибов.Радиационная физика и химия полимеров. Институт Радиационных проблем НАН Азербайджана. АГНА,2015, 547 с.

4. M. Hashimov, N.M. Tabatabaei, U.F. Samedova, M.A. Nuriyev, M.N. Bayramov, A.O. Mehrabov. Microwave absorbing property of epoxy resin composites with added Fe_3O_4 nanoparticles. International Journal on “Technical and Physical Problems of Engineering”(IJTPE). March 2019 Issue 38, Volume 11 Number 1 Pages 16-20.

5 .Зарипов Ильназ Ильгизович, Вихарева Ирина Николаевна, Буйлова Евгения Андреевна, Берестова Татьяна Вячеславовна, Мазитова Алия Карамовна. Добавки для понижения горючести полимеров. Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал @nanobuild.2022;14(2);156-161.

6. Ю.А. Амелькович, О.Б. Назаренко, И.Н. Смирнова, Т.А. Задорожная. Сравнительное исследование влияния антипиренов на температуру зажигания эпоксидных композитов. Eurasian Physical Technical Journal, 18(2(36), 76–80. https://doi.org/10.31489/2021No2/76-80.

7. А. С. Мостовой, Е. В. Плакунова, Л. Г. Панова . Разработка огнестойких эпоксидных композиций и исследование их структуры и свойств. Перспективные материалы,2014 № 1, с. 37-43.журнал @nanobuild.2022;14(2);156-161.

8. Кетов А. А., Красновских М. П., Максимович Н. Г. К вопросу пожарной опасности пенополистирола, самозатухающего в условиях окислительного пиролиза [Текст] / Экология и

промышленность России. — М.: Изд-во «Калвис», 2013. — № 9. с 41–45.
9. M.N. Bayramov, Z .A. Saadova. Yanğına qarşi davamlı epoksi-dian və Al $(OH)_3$ kompozitlərin xüsusi həcmi elektrik müqavimətinə qamma şüalanmanin təsiri. "Nəqliyyat qəzalari zamani yaranan fövqəladə hallar və onlarin idarə olunmasi" mövzusunda elmi-texniki konfrans, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, Bakı, 26-27 oktyabr 2023-cü il,s.144-146.
10. M.N.Bayramov, Z.A.Saadova, V.M. Səfərova. Gamma radiasiyasinin epoksi-dian qətrani və nano - və mikro ölçülü al$(oh)_3$ əsasli yanğina davamli kompozitlərin elektrofiziki xassələrinə təsiri. Dedicoted to the 101th Anniversary of the National leader of Azerbaijan, Heydar Aliyev. VIII international scientific conference of young researchers. Proceedings. Book. BEU.Academy of the State Customs Committee Republic of Azerbaijan, 26-27 April 2024, Baku,Azerbaijan,p.p. 73-77.
11. M.N.Bayramov, V.M. Səfərova. Gamma şüalarla modifikasiya olunmuş epoksi-dian qətrani və mikro ölçülü alüminium hidroksid əsaslı polimer kompozitlərin elektrofiziki xassələri. Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti. AzMİU-nun 50 illik yubileyinə həsr olunmuş "Metal və ərintilər fizikasının aktual problemləri" mövzusunda Respublika Elmi-Praktiki Konfransının Materialları. Bakı, 06-07 fevral 2025, s.104-111.

Effect of gamma radiation on electrophysical properties of polymer nano-and microcomposites based on epoxy-dian resin ed-20 and aluminum hydrocide

M.N.Bayramov[1], V.M. Safarova[2]
[1]Head of the laboratory, PhD, Associate Professor, İnstitute of radiation problems, AR ETN,Baku, Azerbaijan, m.bayramov51@mail.ru, http://orcid.org/0009-0001-8162-0054 .Mobil: Mobil:+994506735128
[2]Engineer, Institute of radiation problems, AR ETN,Baku, Azerbaijan, vefaseferova@list.ru
http://orcid.org/0009-0003-0023-9732. Mobil:+994507560919

SUMMARY
In the research work, polymer composite samples consisting of micro - dimensional Al(OH)20 filler powder introduced into epoxy-dian resin ED-5 matrix in the amount of 10, 20, 30 and 40 volume percent and nano-sized nano-Al(OH)3 filler powder introduced in the amount of 5 volume percent were prepared, the temperature dependencies of their electrophysical parameters (ε', tgδ and pv) (303-473)it was studied at absorption doses of 800 kgr. With an increase in temperature in the temperature dependencies of electrophysical parameters for Nano-and microcomposite samples, there is an increase in the values of the real fraction of dielectric penetration (ε'), The Tangent of the dielectric loss angle (tgδ), a decrease in the value of the specific volume electrical resistance (pv). Compared to the initial, non-irradiated ED-20 composite, the values of the actual fraction of the dielectric penetration of ED-20/nano-Al$(OH)_3$ (ω=5vol%) decrease at temperature T=303K at $\varepsilon_1'/\varepsilon_2'$ by 1.24 (D=0) times, but at $\varepsilon_3'/\varepsilon_1'$ by 1.08 (D=100kGy) times, at $\varepsilon_4'/\varepsilon_1'$ by 1.11 (D=200kGy) times, in $\varepsilon_5'/\varepsilon_1'$ it increases by 1.22 (D=300kGy) times , in $\varepsilon_6'/\varepsilon_1'$ by 1.27 (D=400kGy) times, and in $\varepsilon_7'/\varepsilon_1'$ by 1.27 (d=800kGy) times. ED-20/Al$(OH)_3$ (ω=5vol%) for composites, however, the values of the real fraction of dielectric penetration vary as follows: ε1'/ε2' decreases by 1.37 (D=0) times, $\varepsilon_1'/\varepsilon_3'$ by 1.12 (D=100kGy) times, $\varepsilon_1'/\varepsilon_4'$ by 1.17 (D=200kGy) times, $\varepsilon_1'/\varepsilon_5'$ by 1.19 (D=300kGy) times, but $\varepsilon_6'/\varepsilon_1'$is reduced by 1.02 (D=400kGy) times, in $\varepsilon_7'/\varepsilon_1'$ it increases by 1.03 (D=800kGy) times.
Similar changes are also characteristic of the tgδ $=f$ (T) and $lgp_v = f$(T) dependencies of nano-and microcomposite samples In the studied samples, the nature of the change in the dependence of $lgp_v = f$ (T) is the same and is typical for breakthrough conductivity. The electrophysical properties of the studied composite samples can be adjusted by gamma rays up to an absorption dose of 800 kgr and the amount of filler.In the studied samples, the nature of the change in the dependence of $lgp_v = f$ (T) is the same and is typical for breakthrough conductivity. The electrophysical properties of the studied composite samples can be adjusted by gamma rays up to an absorption dose of 800 kGy and the amount of filler.
Keywords: epoxy-dian resin ED-20, epoxy oligomers, polymer composites, flame retardants, micro-

dimensional aluminum hydroxide, gamma radiation, absorption dose, electrophysical properties.

Влияние гамма-излучения на электрофизические свойства полимерных нано-и микрокомпозитов на основе эпоксидно-диановой смолы эд-20 и гидроксида алюминия

М.N.Байрамов[1], В.М. Сафарова[2]
[1] Заведующий лабораторией, кандидат технических наук, доцент, Институт радиационных проблем, APE,Баку, Азербайджан, m.bayramov51@mail.ru, http://orcid.org/0009-0001-8162-0054 .Мобильный телефон: +994506735128
[2] Инженер, Институт радиационных проблем, APE, Теннесси,Баку, Азербайджан, vefaseferova@list.ru http://orcid.org/0009-0003-0023-9732. Мобильный телефон:+994507560919

РЕЗЮМЕ
В ходе исследовательской работы были подготовлены образцы полимерных композитов, состоящих из порошка - наполнителя микроразмерного Al(Oh)3, введенного в матрицу эпоксидно-Диановой смолы ED-20 в количестве 5, 10, 20, 30 и 40 объемных процентов, и порошка-наполнителя наноразмерного nano-$Al(OH)_3$, введенного в количестве 5 объемных процентов, определены их электрофизические параметры (ε', tgδ и ρ_v) (303-473)К температурные зависимости в температурном диапазоне изучались гамма-излучением и в дозах поглощения 100, 200, 300, 400 и 800 кГр. При температурных зависимостях электрофизических параметров для нано-и микрокомпозитных образцов при повышении температуры наблюдается увеличение значения действительной части диэлектрического проникновения (ε‘), тангенса угла диэлектрических потерь (tgδ), уменьшение значения удельного объемного электрического сопротивления (p_v). По сравнению с исходным нерадиационным композитом ЭД-20 значения истинной доли диэлектрического проникновения ЭД-20/нано-$Al(OH)_3$ (ω=5об%) при температуре T=303K, при $\varepsilon_1'/\varepsilon_2'$ уменьшаются в 1,24 (D=0) раза, но при $\varepsilon_3'/\varepsilon_1'$в 1,08 (D=100кГр) раза, при $\varepsilon_4'/\varepsilon_1'$-в 1,11 раза (D=200 кГр), при $\varepsilon_5'/\varepsilon_1'$ в 1,22 раза (D=300 кГр), а при $\varepsilon_6'/\varepsilon_1'$увеличивается в 1,27 раза (D=400 кГр) и при $\varepsilon_7'/\varepsilon_1'$ в 1,32 раза. А для композитов ED-20/$Al(OH)_3$ (ω=5об%), значения действительной части диэлектрической проницаемости варьируются следующим образом: уменьшается при $\varepsilon_1'/\varepsilon_2'$ в 1,37 (D=0) раза, при $\varepsilon_1'/\varepsilon_3'$ в 1,12 (D=100 кГр) раза, при $\varepsilon_1'/\varepsilon_4'$ в 1,17 (D=200 кг) раза, при $\varepsilon 1'/\varepsilon_5'$ в 1,19 (D=300 кГр) раза, но увеличивается в 1,02 раза (D=400 кг) при $\varepsilon_6'/\varepsilon_1'$ и в 1,03 раза (D=800 кГр) при $\varepsilon_7'/\varepsilon_1'$. Аналогичные изменения характерны также для зависимостей tgδ =*f* (T) и lgpv =*f* (T) образцов нано-и микрокомпозитов. Характер изменения зависимости lgp_v =*f* (T) в исследуемых образцах одинаков и характерен для скачкообразной проводимости. Электрофизические свойства исследуемых композитных образцов можно регулировать с помощью гамма-лучей и количества наполнителя до дозы поглощения 800 кг.

Ключевые слова: эпоксидно-диановая смола ЭД-20, эпоксидные олигомеры, полимерные композиты, антипирены, микроразмерный гидроксид алюминия, гамма-излучение, доза поглощения, электрофизические свойства.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0459

ANTICANCER ACTIVITIES OF 5-FUS MODIFIED WITH CARBOHYDRATES CONTAINING 1,2,3-TRIAZOLE COMPOUNDS

Buse Gokmen[1], Cem Guler[2], Ebru Sanci[3], Cinel Koksal Karayildirim[4], Karrar A.M.H. Alsakini[5], Ayse Nalbantsoy[6], Adem Guner[7], Kadir Ay[8], Tamer Karayildirim[9], N. Ulku Karabay Yavasoglu[10]

[1,2,3,4,10]Ege University, Faculty of Science, Department of Biology, Izmir-Turkey
[5]University of Baghdad, Veterinary Medicine, Department of Microbiology, Iraq
[6]Ege University, Faculty of Engineering, Department of Bioengineering, Izmir-Turkey
[7]Sinop University, Faculty of Health Sciences, Department of Occupational Health and Safety, Sinop-Turkey
[8]Manisa Celal Bayar University, Faculty of Letter and Science, Department of Chemistry, Turkey
[9]Ege University, Faculty of Science, Department of Chemistry, Izmir-Turkey
[1] MSc, buse_gokmen@hotmail.com
[2] Postdoctoral Fellow, PhD, gulercem35@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-4945-4794
[3] PhD student, ebruusanci@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0525-9690
[4] Associate professor, PhD, cinel.koksal@ege.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-8431-1230
[5] Lecturer, PhD, karrar.has86@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-4120-589X
[6] Professor, PhD, ayse.nalbantsoy@ege.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-3852-1974
[7] Associate professor, PhD, ademeguner@gmail.com, ORCID ID: 000-0003-3295-3538
[8] Professor, PhD, kadir.ay@cbu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-0197-2779
[9] Professor, PhD, tamer.karayildirim@ege.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-7451-0810
[10] Professor, PhD, ulku.karabay@ege.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-7483-0184
Corresponding author: ulku.karabay@ege.edu.tr

ABSTRACT

Objective: 5-Fluorouracil (5-FU), a pyrimidine analogue, is one of the systemic antineoplastic drugs. Although 5-FU shows anticancer properties, it has various serious adverse effects. Pharmacologically potent 1,2,3-triazole-based compounds have widespread usage in a broad range of disciplines such as medicinal, materials, and combinatorial chemistry. The aim of this study is to modify 5-FU with carbohydrates containing 1,2,3-triazole compounds to reduce its toxic effect, and to reveal the anticancer properties of the obtained 5-FU derivatives.

Methods: 5-FU derivatives modified with carbohydrates containing 1,2,3-triazole compounds were synthesized using click reaction. After characterization analyses, 5-FU and its derivatives (5-FU-I, 5-FU-II and 5-FU-III) were investigated for their anti-proliferative effects against human triple-negative breast adenocarcinoma cells (MDA-MB-231, ATCC-HTB-26) by MTT assay. The apoptotic effects were determined by analyses of Annexin V-FITC-labeled cells using flow cytometry. The anti-angiogenic effects were investigated by the hen's egg test–chorioallantoic membrane assays.

Results: 5-FU derivatives revealed dose-dependent cytotoxic effects on MDA-MB-231 cells. The IC_{50} values are 61.0±7.6, 79.8±9.0, 8.24±4.3 and 98.2±6.32 µM for 5-FU, 5-FU-I, 5-FU-II and 5-FU-III, respectively. They showed apoptotic and necrotic cell deaths for MDA-MB-231. It was determined that cytotoxic effects of the 5-FUs change dependent on used carbohydrate types and administered doses. They demonstrated strong anti-angiogenic properties.

Conclusion: Our results reveal that 5-FU derivatives modified carbohydrates containing 1,2,3-triazole compounds were better drug candidates and have great potential in breast cancer therapy.

Keywords: 5-Fluorouracil, 1,2,3-triazole compounds, breast cancer, antiproliferative effect, *in vitro*

Introduction

Breast cancer, the most common cancer in women, is one of the most aggressive cancer types. Several genetic and environmental factors are effective in the emergence of the disease [1,2]. In 2022, breast cancer is the second most common type of cancer, incidence is nearly 2.3 million patients, and mortality is nearly 700 thousand patients. Unfortunately, it is predicted that the number of patients and deaths will exceed 3.1 million and 1 million in 2045, respectively [3]. Various chemotherapeutics such as Doxorubicin, Paclitaxel, Carboplatin and 5-Fluorouracil (5-FU) are used in this cancer treatment [4]. 5-FU is one of the first-line drugs in the systemic treatment of various solid tumors including colorectal, esophageal, stomach, pancreas, head and neck as well as breast cancer [5]. Over the past two decades, increased understanding of 5-FU's mechanism of action has facilitated the development of strategies aimed at enhancing its anticancer efficacy. However, patients undergoing 5-FU treatment often experience a range of side effects due to its nonspecific cytotoxicity against tumor cells. The current literature reveals numerous attempts to create more effective and less toxic derivatives of 5-FU [6-8]. It is thought that sugar-conjugated versions of the drug may contribute to reducing these side effects with lower cytotoxicity for normal cells and higher concentrations in target cell regions. Therefore, researchers have focused on carbohydrate-based strategies to reduce the toxicity and enhance the bioavailability of 5-FU. Carbohydrates serve as protective barriers, preventing enzymatic degradation of 5-FU and ensuring its controlled release [9-11]. Furthermore, these carbohydrate carriers help mitigate the unwanted cytotoxic effects of 5-FU on healthy cells [12].

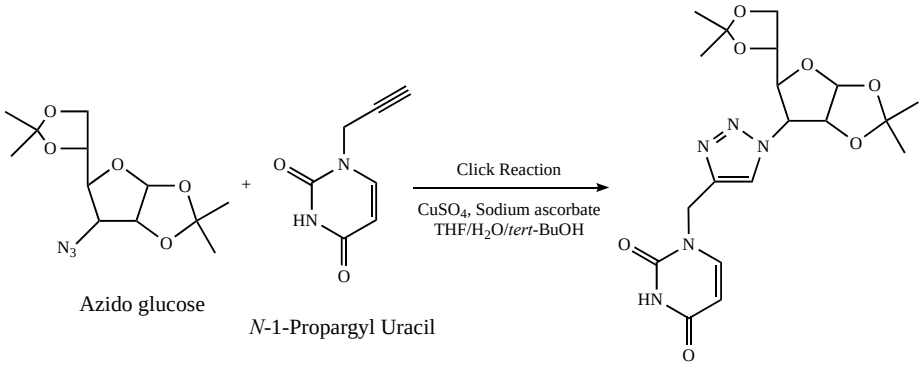
The triazole ring is a five-membered heterocyclic structure consisting of three nitrogen atoms arranged in various positions. This ring system is highly valuable due to its potent bioactivity. One of them, 1,2,3-triazoles are widely used in diverse fields of chemistry such as medicinal chemistry. These compounds are easily synthesized through a click chemistry that utilizes azide and alkyne derivatives [13,14]. The 1,2,3-triazole compounds, known for their stability against metabolic degradation, are also attractive due to their ability to form hydrogen bonds. These hydrogen bonds are valuable for connecting biomolecular targets, potentially improving the specificity and effectiveness of the drug. Triazole-containing compounds are significant in chemistry because they can serve as building blocks for complex molecules and possess notable pharmaceutical properties [15]. The triazole groups are commonly employed in the synthesis of various polymeric carrier systems and in modifying nanoparticle carrier surfaces due to their high solubility in aqueous solutions and compatibility with a wide range of functional groups [16].

In this study, we investigated the anticancer activity of 5-FU derivatives modified with carbohydrates and 1,2,3-triazole compounds through *in vitro* experiments.

Research Methodology

Materials

1,2,3-triazole compounds containing nucleobases and carbohydrates were re-synthesized by Dr. Tamer Karayıldırım and his team [7]. The structures and synthesis routes of these compounds were shown in Figure 1.

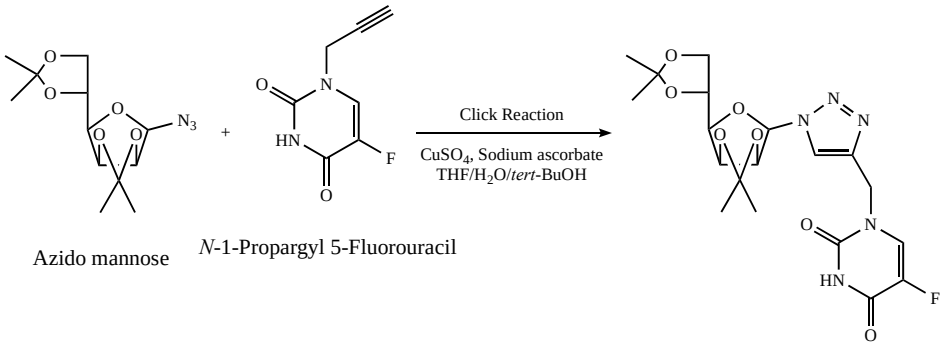


Azido glucose

N-1-Propargyl Uracil

5-FU-**I**

5-FU-**I**: 1-[{1'-(3"-Deoxy-1",2":5",6"-di-*O*-isopropylydene-a-D-glucofuranos-3"-yl)-1'*H*-1',2',3'-triazol-4'-yl}methyl]uracil

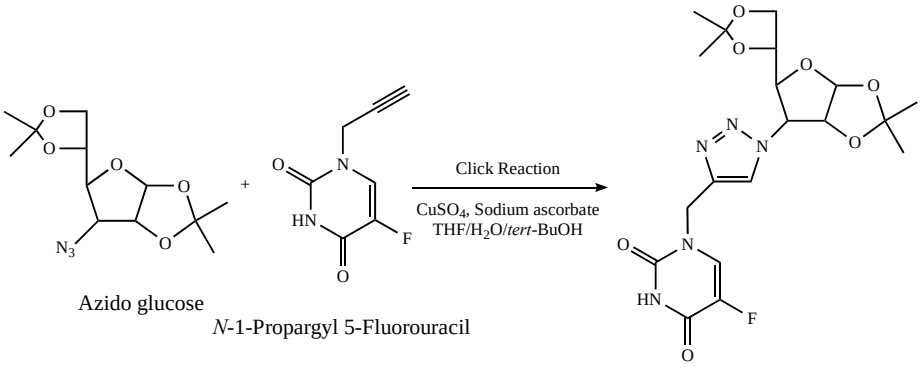


Azido mannose

N-1-Propargyl 5-Fluorouracil

5-FU-**II**

5-FU-**II**: 1-[{1'-(2",3":5",6"-Di-*O*-isopropylydene-*β*-D-mannofuranosyl)-1'*H*-1',2',3'-triazol-4'-yl}methyl]-5-fluorouracil



Azido glucose

N-1-Propargyl 5-Fluorouracil

5-FU-**III**

5-FU-**III**: 1-[{1'-(3"-Deoxy-1",2":5",6"-di-*O*-isopropylydene-a-D-glucofuranos-3"-yl)-1'*H*-1',2',3'-triazol-4'-yl}methyl]5-fluorouracil

Figure 1. Synthesis routes and IUPAC names of synthesized compounds

Anti-proliferative Effect

In this study, anti-proliferative effects of 5-FU derivatives were performed on human triple-negative breast adeno-carcinoma cells (MDA-MB-231, ATCC-HTB-26) by MTT assay [17]. Cells at a concentration of 6.0×10^4 cells/mL were seeded with 100 µl each in 96-well culture plates and incubated for 24 h in a 37 °C, under 5% CO_2. Then the media in the culture plates were removed, diluted in the DMEM/F12 and 5-FU derivatives at different concentrations were added. 5-FU used as positive control. At the 48 h of incubation, MTT solution (20 µL) was added to wells, and they were incubated for 4 h at 37 ºC. Then, DMSO (150 µL) to dissolve the formed formazan crystals was added and read in the spectrophotometer (Moleculer Devices, USA) at 570 nm absorbance. At the end of the study, the comparison of the treatment and control groups were performed and IC_{50} values were calculated with the GraphPad Prism (San Diego, CA) program. Morphological examination of the cells at 48 h were made with an Inverted Research Microscope (Olympus Ix71, Japan).

To evaluate the apoptotic effects of the compounds on MDA-MB-231 cells, Annexin V-FITC labeling was performed and analyzed using flow cytometry [18]. The cells at a concentration of $5x10^4$ cells/mL, were seeded into 6-well cell culture plates with 2 mL per well. The cells were incubated for 24 hours at 37 °C, 5% CO_2, and 95% humidity. Triazole compounds, with IC_{50} values determined by the MTT assay, were added to the wells at both IC_{50} and $2xIC_{50}$ concentrations and incubated for 48 hours. The non-toxic concentration of DMSO used as a solvent was also calculated and tested. After 48 hours, all wells were transferred to labeled Eppendorf tubes, centrifuged at 2000 rpm for 5 minutes, and the supernatant was discarded. Trypsin-EDTA (500 µL) was added to each well, followed by gentle shaking, after which trypsin-EDTA was added again and incubated for 5 minutes to detach the cells from the surface. Subsequently, 1000 µL of DMEM/F12 medium was added to each well, and the cells were transferred to Eppendorf tubes, centrifuged at 2000 rpm for 5 minutes, and washed three times with 500 µL of PBS. After the second wash, the control group was divided into stained and unstained samples, with the unstained group used as a gate during flow cytometry analysis. Following the final centrifugation, 100 µL of 1X Binding Buffer and 1 µL of Annexin V were added to the pellet and incubated in the dark for 15 minutes. The cells were then washed twice with 500 µL of PBS. Finally, 200 µL of PBS and 1 µL of PI were added, and the samples were analyzed using flow cytometry (BD Biosciences, USA).

Anti-angiogenic Effect

The anti-angiogenic effects of the compounds were determined by hen's egg test–chorioallantoic membrane assays [19]. Fertilized Leghorn white chicken eggs obtained from Izmir Veterinary Control Research Institute were incubated in a horizontal position at 37.5°C and 70% humidity. On the sixth day, CAM was analyzed by cutting a 2-cm^2 window on one side of the egg. Normally developing embryos were included in the assay; malformed or dead embryos were excluded. 5-FUs derivatives (50 µM/300 µL), DMSO as solvent of compounds, NaCl (300 µL) as the negative control, and Suramin (50 µg/pellet) as the positive control were applied on CAM. Eggs were incubated for 24 h and after the incubation period, the CAMs were scored for anti-angiogenic effects. All compounds were tested in triplicate. Angiogenesis score was calculated with the following formula:

$$Average\ score = \frac{[numbers\ of\ egg(score\ 2)x2\ +\ number\ of\ egg\ (score\ 1)x1]}{[total\ number\ of\ eggs\ (score\ 0,1,2)]}$$

According to this system, if a score is < 0.5, no anti-angiogenic effect; if a score is 0.5-1, a low anti-angiogenic effect; if a score is > 1, a strong anti-angiogenic effect.

Results and Discussion

In recent years, many studies have been carried out to increase the cytotoxic effect of 5-FU on breast cancer cells and to reduce its undesirable side effects on healthy cells [20-23]. Although anticancer effects of 1,2,3-triazoles, which have impressive medicinal properties, and their derivatives have been known on different breast cancer cells [24-26], studies on 1,2,3-triazoles associated with 5-FU are restricted [27,28]. It is thought that anticancer efficiency of 5-FU can increase with decreasing unwanted side effects thanks to the biocompatible carbohydrates protect to the drug from enzymatic degradation [11,12]. Therefore, three 1,2,3-triazole compounds containing fluorouracil nucleobases and carbohydrates were synthesized in this study. We showed anticancer activity of 5-FUs modified with carbohydrates containing 1,2,3-triazole compounds on MDA-MB-231 breast cancer cells. 5-FU derivatives showed dose-dependent cytotoxic effects on the breast cancer cells. Graphs of % viability on the cell line of test compounds are shown in Figures 2. Furthermore, changes in cell morphology such as shrinkage and lysis in cells were observed with dose-dependent increase of the compounds (Figure 3).

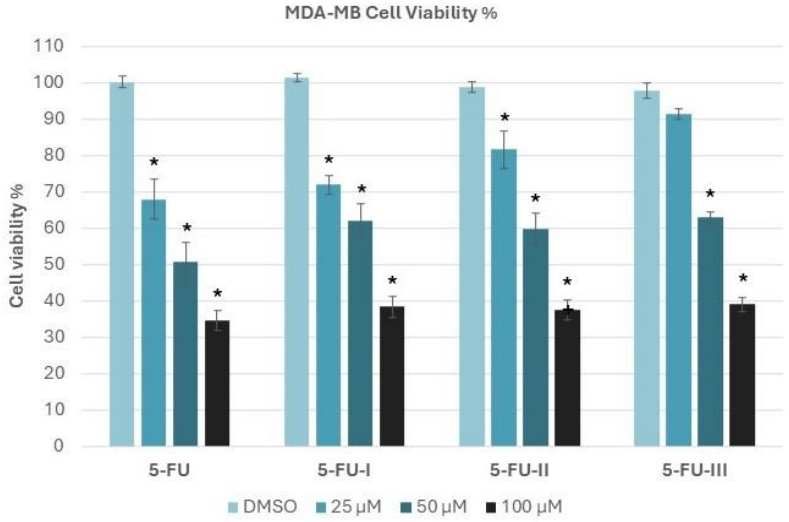


Figure 2. Cell viability % of 5-FU, 5-FU-I, 5-FU-II and 5-FU-III on MDA-MB-231 cells

The IC_{50} values of the compounds on MDA-MB-231 cells are 61.0±7.6, 79.8±9.0, 8.24±4.3 and 98.2±6.32 µM for 5-FU, 5-FU-I, 5-FU-II and 5-FU-III, respectively. Our results indicate that the cytotoxic effects of 5-FU derivatives changes on the type of carbohydrate used in the modification. 5-FU derivatives were showed apoptotic and necrotic cell death for MDA-MB-231 cells at different rates (Figure 4). Similarly, it is known that 5-FU induces apoptotic and necrotic cell death [29]. Tumor necrosis factor (TNF) is a versatile cytokine that plays a critical role in various cellular processes, including cell survival, proliferation, differentiation, and apoptosis [30]. It is released by inflammatory cells, which may contribute to inflammation-related cancer development. In cancers, TNF acts as a multifaceted cytokine; on one side, TNF can serve as an

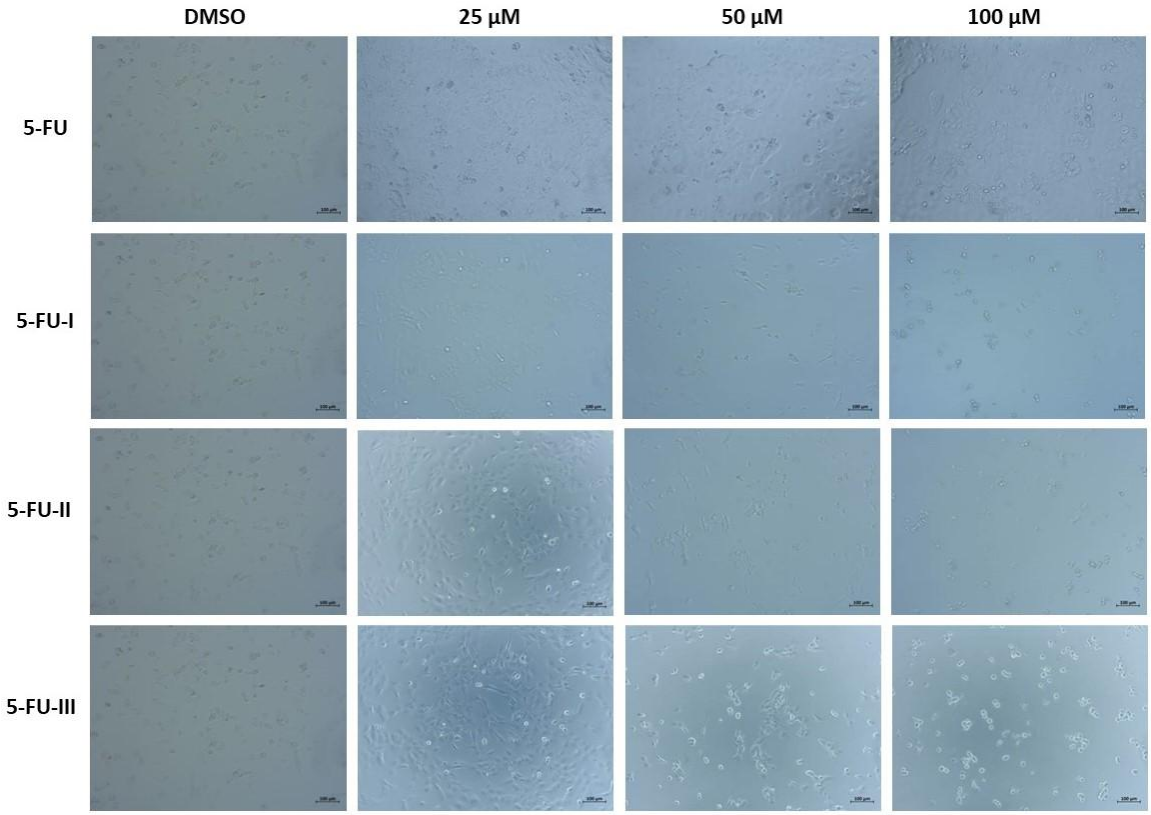


Figure 3. Cell morphology of 5-FU-I, 5-FU-II and 5-FU-III on MDA-MB-231 cells

endogenous promoter of tumors by encouraging cancer cell growth, proliferation, invasion, metastasis, and angiogenesis. Conversely, it also has the potential to act as a cancer killer, with its ability to induce the death of cancer cells, making it a promising candidate for cancer therapy [31]. TNF can also induce necrotic cell death [30]. Oliver Metzig et al. (2016) identified necroptotic cell death as an important effector mechanism of 5-FU-mediated anti-tumoral activity [32]. In our study, 5-FU derivatives are thought to promote necrotic cell death through the same mechanism.

In addition to their direct cytotoxic effects on tumor cells, chemotherapy agents garner significant attention for their ability to target proliferating endothelial cells in tumor blood vessels, thereby exerting anti-angiogenic effects [33]. Angiogenesis, the formation of new blood vessels, is essential for tumor growth and metastasis. This dual action of chemotherapy, both killing tumor cells and inhibiting blood vessel formation, has become a promising area of research in cancer treatment. In the study, 5-FU derivatives showed high anti-angiogenic activity at 50 µM. The anti-angiogenic scores of the compounds were determined as 1.3 for 5-FU-I, 2.0 for 5-FU-II and, 1.3 for 5-FU-III. The antitumor effect of 5-FU is unlikely to be mediated or enhanced a direct anti-angiogenic property [34]. However, 5-FU derivatives synthesized by us have potent anti-angiogenic activity. Vascular endothelial growth factor receptors (VEGFRs) play a role in the promotion of blood vessel growth. It is known that TNF-α induces tumor necrosis factor superfamily-15 (TNFSF15) [35]. This factor can change VEGF/VEGFR1 signals from pro-angiogenic to anti-angiogenic and inhibit endothelial cell proliferation. It is thought that 5-FU

derivatives also likely use this mechanism. Chemotherapeutics can be used with anti-angiogenic drugs to get more effective cancer treatment and in this way, tumor metastasis can inhibit [36-38]. 1,2,3-triazoles contributed to anti-angiogenic properties of the newly synthesized carbohydrate modified 5-FUs and they have potential to increase breast cancer treatment effect.

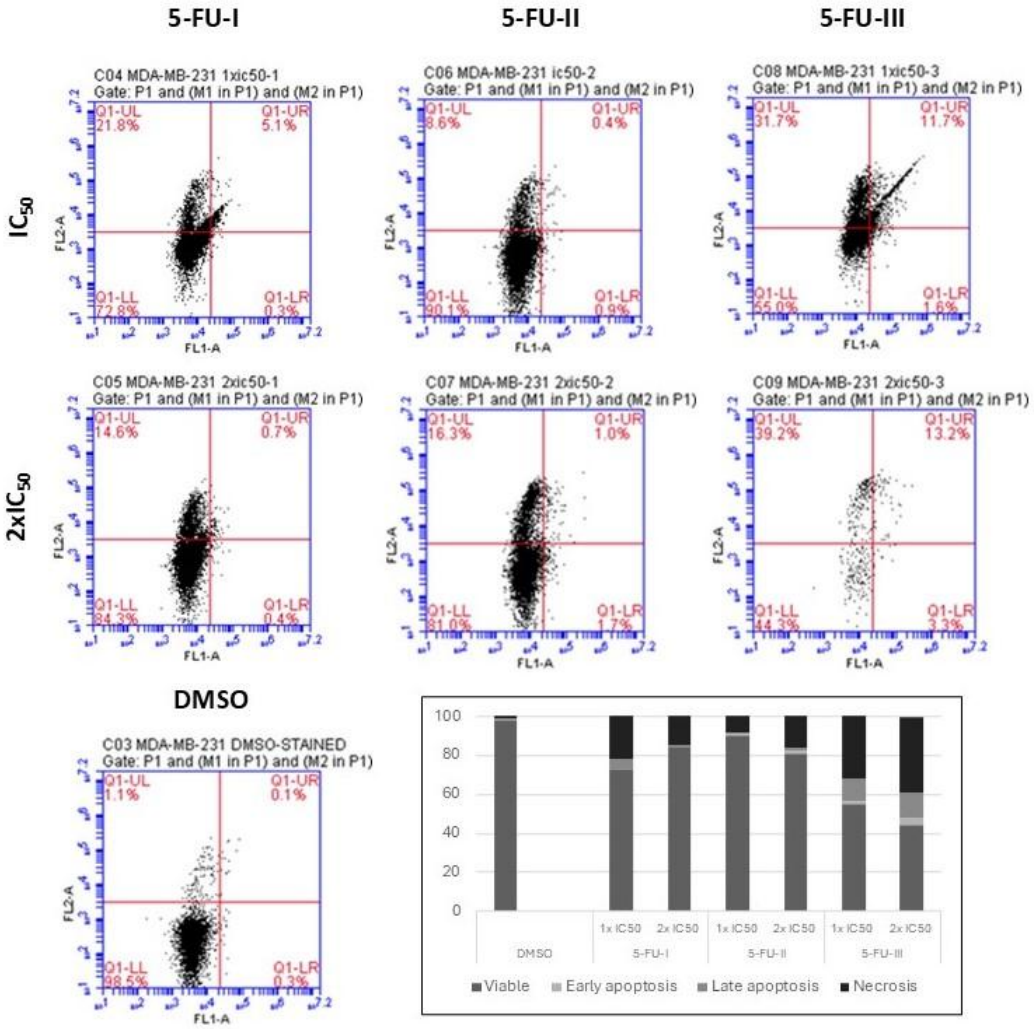


Figure 4. Apoptotic activities of compound on MDA-MB 231 cell line. IC_{50} treatment of 5-FUs (above), 2x IC_{50} treatment of 5-FUs (below), DMSO treatment (solvent control), and percent cell population as a graph.

Conclusions

The study revealed in vitro antiproliferative effect potential against human triple-negative breast adeno-carcinoma cells of 5-FUs modified with carbohydrates containing 1,2,3-triazole compounds were determined. Cytotoxic effects of 5-FU derivatives change on the type of carbohydrate used in the modification. Apoptotic and necrotic cell deaths take a role in breast cancer cells cytotoxicity mechanism. It is thought that 5-FU-I, 5-FU-II and 5-FU-III can prevent metastasis due to their strong antiangiogenic properties. The 5-FU derivatives can utilize in breast cancer treatment in alone or combination with different chemotherapeutics after *in vivo* studies.

Declarations
The manuscript has not been submitted to any other journal or conference.

Funding source
This study was supported by Ege University, Scientific Research Foundation (Project number is FYL-2021-23138).

Competing Interests
Authors declared that there is no conflict of interest exist in this publication.

Human and Animal Related Study
No human/animal subjects were used in the study.

References
1. J. Wang, & S.G. Wu (2023) Breast cancer: an overview of current therapeutic strategies, challenge, and perspectives. *Breast Cancer: Targets and Therapy*, 721-730.
2. Smolarz, B., Nowak, A.Z., & Romanowicz, H. (2022). Breast cancer—epidemiology, classification, pathogenesis and treatment (review of literature). *Cancers*, 14(10), 2569.
3. gco.iarc.fr (Accession date: 03.18.2025)
4. K.P. Trayes & S.E. Cokenakes (2021) Breast cancer treatment. American family physician, 104(2), 171-178.
5. C. Sethy & C.N. Kundu (2021) 5-Fluorouracil (5-FU) resistance and the new strategy to enhance the sensitivity against cancer: Implication of DNA repair inhibition. *Biomed. Pharmacother*. 137, 111285.
6. O. Caba, F. Rodríguez-Serrano, M. Díaz-Gavilán , et al. (2012) The selective cytotoxic activity in breast cancer cells by an anthranilic alcohol-derived acyclic 5-fluorouracil O,N-acetal is mediated by endoplasmic reticulum stress-induced apoptosis., *European J Medicinal Chem*. Doi: 10.1016/j.ejmech.2012.02.017
7. E. Halay, E. Ay, E. Şalva, K. Ay, T. Karayildirim (2018) Synthesis of triazolylmethyl-linked nucleoside analogs via combination of azidofuranoses with propargylated nucleobases and study on their cytotoxicity. *Chem Heterocycl Compd*. 54, 158-166.
8. A.V. Semakov, A.A. Blinkov, et al. (2013) Synthesis and properties of lipophilic derivatives of 5-fluorouracil. *Russ J Bioorg Chem*. 39, 299–305. Doi: 10.1134/S1068162013030138
9. N. Ma, M.H. Kwon, S. Palanisamy, Y. Ge, Y. Zhang, F. Kou, et al. (2023) A novel sulfated mannan-carboxymethyl-5-fluorouracil-folic acid conjugates for targeted anticancer drug delivery. *Carbohydr. Polym*. 304, 120454.
10. M. Pooresmaeil, & H. Namazi (2023). pH-sensitive carboxymethyl starch-gelatin coated COF/5-Fu for colon cancer therapy. *Ind. Crops Prod*. 202, 117102.
11. N. Ma, R. Li, S. You, D.J. Zhang (2024) Preparation of novel sulfated polysaccharide-carboxymethyl-5-fluorouracil-folic acid conjugates for targeted anticancer drug delivery. *Int. J Biol. Macromol*. 133121.
12. M. Yusefi, M.S. Lee-Kiun, K. Shameli, S.Y. Teow, R.R. Ali, K.K. Siew, et al. (2021) 5-Fluorouracil loaded magnetic cellulose bionanocomposites for potential colorectal cancer treatment. *Carbohydr. Polym*. 273, 118523.
13. R. Khandelwal, et al. (2024) Recent advances in triazole synthesis via click chemistry and

their pharmacological applications: A review. *Bioorg. Med. Chem. Lett*. 112, 129927.
14. X.M. Chu, C. Wang, W.L. Wang, L.L. Liang, W. Liu, K.K. Gong, K.L. Sun (2019) Triazole derivatives and their antiplasmodial and antimalarial activities. *Eur J Med Chem.* 15(166), 206-223. Doi: 10.1016/j.ejmech.2019.01.047
15. D. Dheer, V. Singh, R. Shankar (2017) Medicinal attributes of 1, 2, 3-triazoles: Current developments. *Bioorg. Chem*. 71, 30-54. Doi: 10.1016/j.bioorg.2017.01.010.
16. L. Todorov & I. Kostova (2023) 1,2,3-Triazoles and their metal chelates with antimicrobial activity. *Front. Chem*. 11, 1247805.
17. T. Mosmann (1983) Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays. *J. Immunol. Methods*. 65(1-2), 55-63. Doi: 10.1016/0022-1759(83)90303-4.
18. I. Vermes, C. Haanen, H. Steffens-Nakken, C. Reutellingsperger (1995) A novel assay for apoptosis flow cytometric detection of phosphatidylserine expression on early apoptotic cells using fluorescein labelled annexin V. *J. Immunol. Methods*. 184(1), 39-51. Doi: 10.1016/0022-1759(95)00072-I.
19. ICCVAM-Recommended Test Method Protocol: Hen's Egg Test – Chorioallantoic Membrane (HET-CAM) Test Method. NIH Publication No. 10-7553, 2010.
20. E. Entezar-Almahdi, S. Mohammadi-Samani, L. Tayebi, F. Farjadian (2020) Recent Advances in Designing 5-Fluorouracil Delivery Systems: A Stepping Stone in the Safe Treatment of Colorectal Cancer. *Int J Nanomedicine*. 15, 5445-58. Doi:10.2147/IJN.S257700.
21. S. Anjum, F. Naseer, T. Ahmad, F. Jahan, H. Qadir, R. Gul, et al. (2024) Enhancing therapeutic efficacy: sustained delivery of 5-fluorouracil (5-FU) via thiolated chitosan nanoparticles targeting CD44 in triple-negative breast cancer. *Scientific reports* 14(1), 11431.
22. N.B. Fernandes, V. Velagacherla, K.J. Spandana, C.H. Mehta, S. Gadag, J.N. Sabhahit, U.Y. Nayak (2024). Co-delivery of lapatinib and 5-fluorouracil transfersomes using transpapillary iontophoresis for breast cancer therapy. *Int. J. Pharmaceutics*. 650, 123686.
23. P. Pandey, D.K. Arya, A. Kumar, A. Kaushik, Y.K. Mishra, P.S. Rajinikanth (2025). Dual ligand functionalized pH-sensitive liposomes for metastatic breast cancer treatment: in vitro and in vivo assessment. *J. Materials Chemistry B*. 13(8), 2682-94. Doi: 10.1039/d4tb02570a
24. M. Gilandoust, K.B. Harsha, C.D. Mohan, A.R. Raquib, S. Rangappa, V. Pandey, et al. (2018) Synthesis, characterization and cytotoxicity studies of 1, 2, 3-triazoles and 1, 2, 4-triazolo [1, 5-a] pyrimidines in human breast cancer cells. *Bioorg. Med. Chem. Letters*. 28(13), 2314-2319.
25. S.K. Avula, N.U. Rehman, F. Khan, T. Alam, S.A. Halim, A. Khan, et al. (2025). New 1H-1, 2, 3-triazole analogues of boswellic acid are potential anti-breast cancer agents. *J. Molecular Structure*, 1319, 139447.
26. S.K. Ihmaid, A. Aljuhani, M. Alsehli, N. Rezki, A. Alawi, A. J. Aldhafiri, et al. (2022). Discovery of triaromatic flexible agents bearing 1, 2, 3-Triazole with selective and potent anti-breast cancer activity and CDK9 inhibition supported by molecular dynamics. *J Molecular Structure*. 1249, 131568.
27. C.K. Karayildirim, M. Kotmakçi, E. Halay, K. Ay, Y. Başpinar (2018) Formulation, characterization, cytotoxicity and Salmonella/microsome mutagenicity (Ames) studies of a novel 5-fluorouracil derivative. *Saudi Pharm J*. 26, 369-374. Doi: 10.1016/ j.jsps.2018.01.004.

28. R.X. Zhu, L. Zhao, Y.K. Zhang, P. Luo, S.H. Liu, J.G. Wang (2015) Sequential treatment with ursolic acid chlorophenyl triazole followed by 5-fluorouracil shows synergistic activity in small cell lung cancer cells. *Bangladesh J. Pharmacol*. 10(1), 197-204. Doi: 10.3329/bjp.v10i1.21641
29. O. Brenes, F. Arce, O. Gätjens-Boniche, C. Diaz (2007). Characterization of cell death events induced by anti-neoplastic drugs cisplatin, paclitaxel and 5-fluorouracil on human hepatoma cell lines: Possible mechanisms of cell resistance. *Biomed. Pharmacother.* 61(6), 347-355.
30. X. Wang & Y. Lin (2008) Tumor necrosis factor and cancer, buddies or foes? *Acta Pharmacol Sin.* 29(11),1275-88. Doi: 10.1111/j.1745-7254.2008.00889.x.
31. L.F. Alim, C Keane, F. Souza-Fonseca-Guimaraes (2024) Molecular mechanisms of tumour necrosis factor signaling via TNF receptor 1 and TNF receptor 2 in the tumour microenvironment. Curr Opin Immunol. 86, 102409. Doi: 10.1016/j.coi.2023.102409.
32. M. Oliver Metzig, D. Fuchs, K. Tagscherer, et al. (2016) Inhibition of caspases primes colon cancer cells for 5-fluorouracil-induced TNF-α-dependent necroptosis driven by RIP1 kinase and NF-κB. *Oncogene* 35, 3399–3409. Doi: 10.1038/onc.2015.39
33. A. Ooyama, T. Oka, H.Y. Zhao, M. Yamamoto, S. Akiyama, M. Fukushima (2008) Anti-angiogenic effect of 5-Fluorouracil-based drugs against human colon cancer xenografts. *Cancer Lett*. 267(1), 26-36. Doi: 10.1016/j.canlet.2008.03.008.
34. P. Albertsson, B. Lennernäs, K. Norrby, (2009). Low-dose continuous 5-fluorouracil infusion stimulates VEGF-A-mediated angiogenesis. *Acta Oncologica*, 48(3), 418–425. Doi: 10.1080/02841860802409512
35. G.L. Yang & L.Y. Li. (2018) Counterbalance: modulation of VEGF/VEGFR activities by TNFSF15. *Sig. Transduct. Target. Ther.* 3, 21. Doi: 10.1038/s41392-018-0023-8
36. M. Souri, S. Elahi, F. Moradi Kashkooli, M. Kohandel, M. Soltani (2024). Enhancing localized chemotherapy with anti-angiogenesis and nanomedicine synergy for improved tumor penetration in well-vascularized tumors. *NPJ Systems Biol. Applications*. 10(1), 136.
37. N. Nicolai, L.M. Sangalli, A. Necchi, P. Giannatempo, A.M. Paganoni, M. Colecchia, et al. (2016). A combination of cisplatin and 5-fluorouracil with a taxane in patients who underwent lymph node dissection for nodal metastases from squamous cell carcinoma of the penis: treatment outcome and survival analyses in neoadjuvant and adjuvant settings. *Clinical Genitourinary Cancer*. 14(4), 323-330.
38. J. Ma & D.J. Waxman, (2008). Combination of anti-angiogenesis with chemotherapy for more effective cancer treatment. *Mol. Cancer Therapeutics*. 7(12), 3670-84.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0469

EXTRACTION METHOD OF OBTAINING POLYPHENOLIC COMPOUNDS FROM POMEGRANATE PEELS

Hajarkhanim E. Huseynli, Minira M. Aghahuseynova, Gunel I. Amanullayeva
Azerbaijan State Oil and Industry University, AZ 1010, Baku 20, Azadlig ave.
minira_baku@yahoo.com

ABSTRACT

Recently, researches have shown wide interest in finding drugs that fight such serious deseases as Parkinson's, Alsheimer's, diabetes and obecity. Polyphenolic compounds have a positive effect in them. In this reqard search for new methods and sources for synthesis of these compounds by more convinient and cost-effective methods is a very urgent and actual problem. A sıgnıficant portion of polyphenols ıs contained in the pomegranate peel.

The presented work is based on the extraction method of polyphenolic compounds from natural and affordable raw materials. Extraction of polyphenolic compounds was carried out using isopropyl alcohol as an extragent by Soxhlet method. FTIR spectroscopy was used to identify the obtained compounds. The results show that the hydroxyl groups in the extract identified as corresponding to the aromatic ring C=C-C communication, as well as absorption bands of the C-O chemical bond were observed. Its thermal properties were studied using the DTA method.

The research study showed the importance of polyphenol compounds, their biological effects and their potential for application in various industrial fields. These compounds can also be used as nanocomplexes, food preservation, natural dyes, prebiotics, hydrogels. In addition, these compounds are used in various technological fields, including organic chemistry, materials chemistry, pharmacy, food chemistry, chemical engineering.

Keywords: polyphenols, extraction, pomegranate peel extract, isopropyl alcohol, FTIR spectrum, DTA – analyze.

Introduction

The medical properties of pomegranate as well as its constituent parts – peel, grains, seeds, inner films, flowers have been well known for a long time. This is due to the presence of chemical compounds in its composition which are medical active.

Medicinal plants are of great importance to the health of people. About 3, 4 billion people in the developing world depend on plant based traditional medicine. This represents about 88 percent of the world's inhabitants, who rely mainly on traditional medicine. The primary benefits of using plant derived medicines are that they are relatively safer than synthetic alternatives.

Recent studies have shown that pomegranate peel extracts have antimicrobial and antioxidant activity [1-4]. This is due to the presence of phenolic substances in them. In [5-7], the potential possibilities of using pomegranate peel as sources of natural bioactive compounds that can be further used in medicine and in the food industry are outlined [8-14]. The processing of pomegranate leads to the formation of a large number of solid by-products, which are considered as invaluable waste [1, 2, 15,16]. In particular, the pomegranate peel, which makes up 38-53% of

the total weight of the fruit, is not subjected to any processing and is disposed of as waste [1, 17], which poses environmental problems.

Polyphenolic compounds are widely distributed in the plant world are considered as secondary metabolites. The main natural sources of these compounds are fruits and vegetables. Polyphenols include flavonoids, tannic acid, and ellagitannins. Polyphenols natural coagulants, adhesives for wood panels flame retardant foam, antioxidants, anti-corrosion agents, polymeric materials and drugs is used to obtain [18-29]. Three different solvents and their mixtures were used to obtain polyphenols and proanthocyanidins [30]. The solvents used in this experiment were deionized water, ethanol, 75% ethanol, 50% ethanol, 25% ethanol, and ethyl acetate.

Therefore considering the wide application areas of polyphenol compounds, pomegranate peels were extracted with isopropyl alcohol. The present research is aimed at studying the possibility of extracting biologically active compounds of a phenolic nature from pomegranate peel and studying their properties.

Experimental part

The pomegranate fruit peels were extracted using the extraction method. Isopropyl alcohol was used as the extractant. The extraction process was carried out in a 1000 ml conical flask in the laboratory at a temperature of 50-70 ^{o}C. The resulting red-yellow solution was filtered and the extractant in its composition was removed by distillation.

A red-yellow solid resin obtained from the extraction of pomegranate peel was analyzed.To determine the composition of the sample, it was analyzed on a Bruker FTIR spectrometer. Spectra were recorded ((fig.1) and identified based on known literature [30-36].The spectral range of the device is 400 – 4000 cm^{-1}, spectral resolution is 2 cm^{-1}, Module ATR, dimensions (WxDxH) are 220 x 330 x 260 mm.

ExampleThe thermal properties of the samples were studied using the thermography method. The analysis was carried out on a “STA 449 F3” Jupiter (owned by the German company NETZSCH) thermal analyzer, in an inert gas flow, at a temperature ramp rate of 100K/min from room temperature to 600^{o}C. Based on the resulting thermographic curves, the mass change in the sample and the thickness of the sample were determined.

Results and discussion

To identify the main signals of the functional groups present in the extractIn the FTIR spectrometerused. Spectrum picture 1 described in. The broad absorption band at 3344.33 cm-1 in the spectrum is attributed to the vibrations of the hydroxyl group. Also, 3 peaks corresponding to the wavelength of the aliphatic C-H bond in alkyl groups were observed in the region of 2970.49 - 2885.11 cm^{-1}[31, 32]. Also [33] the broad absorption band at 3291 cm^{-1} reported in the literature indicates the presence of free or bound OH groups in cellulose, lignin, and hemicellulose.

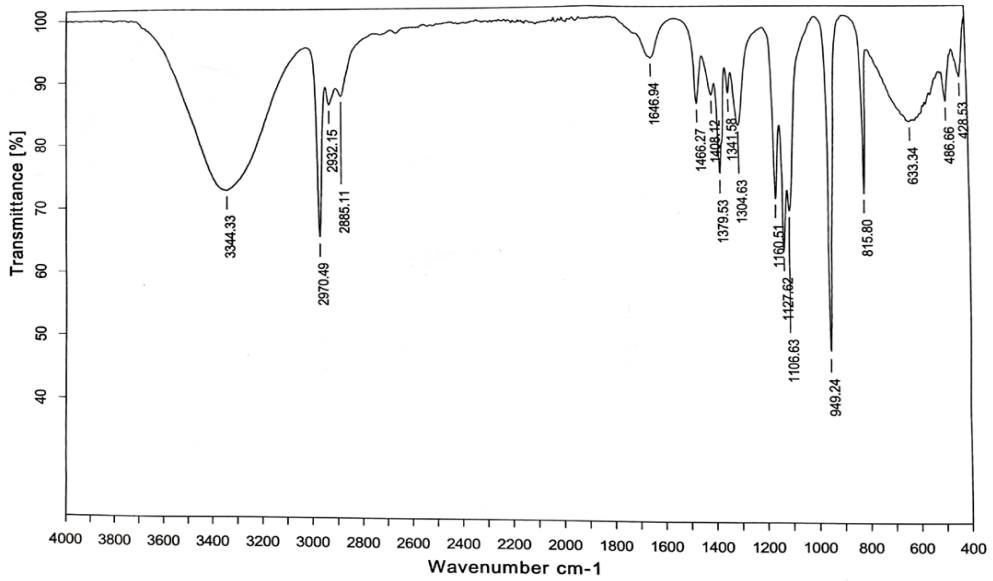


Fig.1. FTIR – spectrum of isopropyl extract of pomegranate peel

According to the literature [33-35], absorptions corresponding to the C=C-C aromatic ring and corresponding to the C-O bond are easily identified, which can be easily observed. And the absorption band corresponding to the C=C-C aromatic bond appears in the range of 1611 cm^{-1} - 444 cm^{-1} and the absorption corresponding to the C-O bond appears in the broad absorption range of 1368 cm^{-1}-1157 cm^{-1} [20]. Accordingly, in our isopropyl extract of pomegranate peel, C= O the absorption corresponding to the C-C aromatic bond was 1646.94 cm^{-1}, 1466.27 cm^{-1} and the absorption corresponding to the C-O bond was 1379.53 cm-1, 1341.58 cm^{-1}, 1160 cm^{-1}. The absorption band at 1646 cm-1 was attributed to the C=C stretching vibrations of the aromatic ring [21].

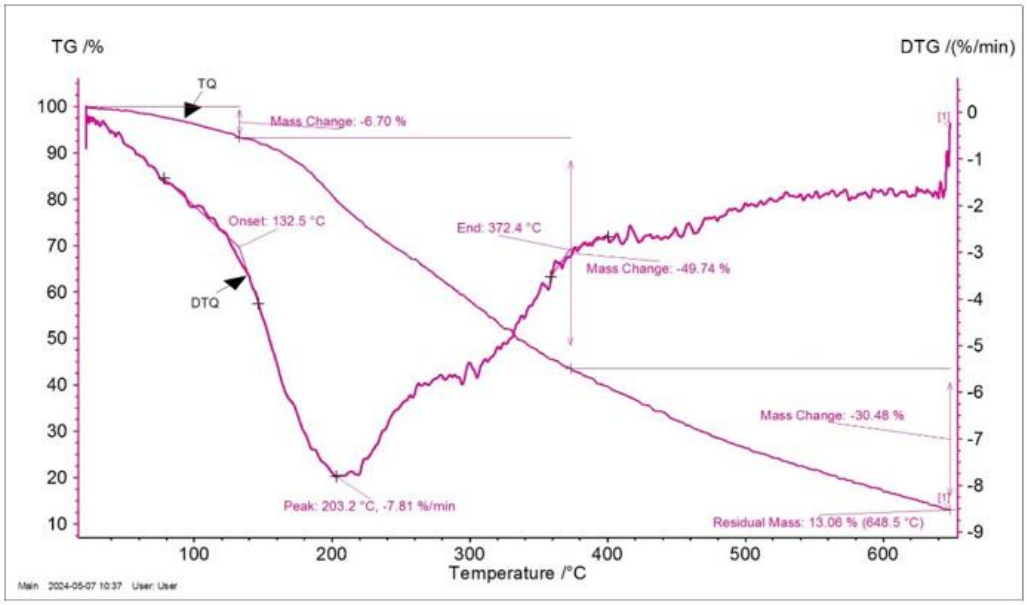


Fig.2. DTA curve of pomegranate peel extract with isopropyl alcohol

The DTA curve of the isopropyl alcohol extract of pomegranate peel is depicted in Figure 2.

The amount of sample taken for analysis is 0.9.38 mg. The mass change in the range from room temperature to 132.5℃ is 6.70%. The temperature at which the substance begins to decompose is 132.5℃. There is a mass loss of 49.70% in the range from 132.5 - 372.4℃. The mass loss in the range from 372.4℃ to 650℃ is 30.40%. The residue of the sample is 13.06%. According to the DTA analysis result, the largest mass change in the range from 132.5℃ to 372.4℃ was 49.74%.

Conclusion

Pomegranate peel extraction was performed to obtain polyphenolic compounds from affordable raw materials. The obtained red-yellow extract was in solid form. The main functional groups in the extract were studied by IR spectroscopy. In the isopropyl extract of pomegranate peel, an absorption corresponding to the C=C-C aromatic bond was observed at 1646.94 cm^{-1}. As a result, it was found that the composition obtained during extraction did not undergo any changes up to 132.5 ℃. Also, a broad absorption band at 3291 cm^{-1} has been reported to be present in the literature as free or bonded O-H groups in cellulose, lignin and hemicellulose. The thermal properties of the extract were studied by DTA.

The results specifies that isopropilic extract contains various bioactive compounds have various medical properties that can be brow beate for the treatment of many diseases. However isolation of individual phytochemical constituents and subjecting it to the biological activity will definitely give fruitful results. Therefore it is recommended as a plant of phytopharmaceutical importance.

References:

1. Elisabete M C A., Sara S., Sónia A O S., Armando J D S., Maria F.D., Jorge A S., Manuela P. Antimicrobial activity of pomegranate peel extracts performed by high pressure and enzymatic assisted extraction. Food Research International, 2019, volume 115, pp.167-176. DOI: 10.1016/j.foodres.2018.08.044
2. Khaled M.M., Manal M Sh., Noheir H.Sh., Sawsan M El. Phytochemical study, potential cytotoxic and antioxidant activities of selected food byproducts (Pomegranate peel, Rice bran, Rice straw & Mulberry bark). Food Res Int. 2019 Jan:115:167-176. DOI: 10.1080/14786419.2018.1488708
3. Muhammad M., Bushra S., Farooq A., Ahmad A., Syed S.H. Enzyme-assisted supercritical fluid extraction of phenolic antioxidants from pomegranate peel. J. of Supercritical Fluids, 2015, 104, pp.122–131. https://doi.org/10.1016/j.supflu.2015.05.020
4. Hajer B.H., Thouraya B., Mariem K., Abdelmottaleb O., Philippe M., Slim A. and Slim S. Combined Effect of Spirulina Platensis and Punica Granatum Peel Extacts: Phytochemical Content and Antiphytophatogenic Activity Appl. Sci. 2019 9, 5475; doi:10.3390/app9245475 DOI:10.3390/app9245475
5. Mphahlele R.R. et al. Functional properties of pomegranate fruit parts: influence of packaging systems and storage time. Journal of Food Measurement and Characterization, 2017. 11(4), DOI:10.1007/s11694-017-9608-0
6. Alessandra M., Andrea C., Eugenio L., Luciana M., Patrizia P., Stefania C. Evaluation of different extraction methods from pomegranate whole fruit or peels and the antioxidant and antiproliferative activity of the polyphenolic fraction. Food Chemistry, 2016, volume

202, 2016, pp.59-69
7. Mahsan K., Rohollah S., Jozef K. Pomegranate as a promising opportunity in medicine and nanotechnology. Trends in Food Science & Technology, 2017, volume 69, Part A, pp. 59-73. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.08.019
8. Venkitasamy C., Zhao L., Zhang R., and Pan Z., Pomegranate, in Integrated Processing Technologies for Food and Agricultural ByProducts, Z. Pan, R. Zhang, and S. Zicari, Eds., Elsevier Inc., 2019.
9. Loizzo M. R., Aiello F., Tenuta M. C., Leporini M., Falco T., and Tundis R., "Pomegranate (Punica granatum L.)," in Nonvitamin and Nonmineral Nutritional Supplements, 2, S. M. Nabavi and A. S. Silva, Eds., pp. 467–472, Elsevier Inc., 2019.
10. Walid E., Hédia H., Nizar T., Yassine Y., Nizar N.Mand A.FerchichTotal phenolic contents and antioxidant activities of pomegranate peel, seed, leaf and flower. Journal of Medicinal Plants Research 2012. Vol. 6(xx), pp. 4724-4730, DOI: 10.5897/JMPR11.995
11. Mustafa O., Kenan S.D., Nurcan E., Coskun D.Antimicrobial activity of six pomegranate (Punica granatum L.) varieties and their relation to some of their pomological and phytonutrient characteristics. Molecules 2009, 13;14(5), pp.1808-1817. doi: 10.3390/molecules14051808.
12. Athanasia M. G., Konstantinos A.m A method for pomegranate seed application in food industries: Seed oil encapsulation, 2012, Food and Bioproducts Processing 90(4):639–652. DOI:10.1016/j.fbp.2012.06.001
13. Pilar L. et all. Polyphenolic compounds, anthocyanins and antioxidant activity of nineteen pomegranate fruits: A rich source of bioactive compounds, 2016, Journal of Functional Foods 23:628-636. DOI:10.1016/j.jff.2016.01.043
14. Balwinder S., Jatinder P.S., Amritpal K., Narpinder S. Phenolic compounds as beneficial phytochemicals in pomegranate (Punica granatum L.) peel: A review. Food Chem. 2018, 30:261:75-86. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.04.039.
15. Multiresponse Optimization of Pomegranate Peel Extraction by Statistical versus Artificial Intelligence: Predictive Approach for Foodborne Bacterial Pathogen Inactivation. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine.Volume 2019, Article ID 1542615, 18 pages https://doi.org/10.1155/2019/1542615
16. Meselhy K. M., Shams M. M., Sherif N.H., and El-sonbaty S. M., Phytochemical study, potential cytotoxic and antioxidant activities of selected food byproducts (pomegranate peel, rice bran, rice straw & mulberry bark)," Natural Product Research, 2020, vol. 34, (4), pp. 530–533.
17. Fourati M., Smaoui S., Hlima H.B. et al., "Bioactive compounds and pharmacological potential of pomegranate (Punica granatum) seeds - a review," Plant Foods for Human Nutrition, 2020. vol. 75, no. 4, pp. 477–486
18. Nigel G., Fang G., Geoffrey F., Mark W. Characterization and coagulation performance of a tannin-based cationic polymer: A preliminary assessment.Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 2008, Vol. 327, Issues 1–3, 15 September, pp.9-16.
19. Sánchez-Martín J., Beltrán-Heredia J., Solera-Hernández C., Surface water and wastewater treatment using a new tannin-based coagulant, pilot plant trials, J. Environ. Manag. 2010, 91, pp. 2051–2058.
20. Beltrán-Heredia J., Sánchez-Martín J., Martín-García L., Multiparameter quantitative

optimization in the synthesis of a novel coagulant derived from tannin extracts for water treatment, Water Air Soil Pollut. 2012, 223, pp. 2277–2286.
21. Ferrari-Lima AM, Marques RG, Fernandes-Machado NRC, Gimenes ML, Photodegradation of petrol station wastewater after coagulation/flocculation with tannin-based coagulant, Catal. Today 2013, 209, pp. 79–83.
22. Kusano R., Ogawa S., Matsuo Y., Tanaka T., Yazaki Y., Kouno I., α-Amylase and lipase inhibitory activity and structural characterization of acacia bark proanthocyanidins, J. Nat. Prod. 2011, 74, pp.119–128.
23. Basso MC, Giovando S., Pizzi A., Celzard A., Fierro V., Tannin/furanic foams without blowing agents and formaldehyde, Ind. Crop. Prod. 2013, 49, pp.17–22.
24. Diouf P., Merlin A., Perrin D., Antioxidant properties of wood extracts and color stability of woods, Ann. For. Sci. 2006, 63, pp. 525–534.
25. Rababah TM, Hettiarachchy ANS, Horax R., Total phenolics and antioxidant activities of fenugreek, green tea, black tea, grape seed, ginger, rosemary, gotu kola, and ginkgo extracts, vitamin e, and tert-butylhydroquinone, J. Agric. Food Chem. 2004, 52, pp.5183–5186.
26. Peres RS, Cassel E., Azambuja DS, Black wattle tannin as steel corrosion inhibitor, ISRN Corros. 2012, pp. 1–9.
27. Li X., Nicollin A., Pizzi A., Zhou X., Sauget A., Delmotte L., Natural tannin/furanic thermosetting molding plastics, RSC Adv. 2013, 3, pp. 17732–17740
28. Radebe N., Rode K., Pizzi A., Giovando S., Pasch H., Maldi-tof-cid for the microstructure elucidation of polymeric hydrolysable tannins, J. Appl. Polym. Sci. 2013, 128, pp. 97–107
29. Grassel FS et al. Development of methodology for identification of the nature of the polyphenolic extracts by FTIR associated with multivariate analysis. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 2016, 153 pp.94–101. http://dx.doi.org/10.1016/j.saa.2015.08.020
30. Zam W., Bashour G., Abdelwahed W., Khayata W. Effective extraction of polyphenols and proanthocyanidins from pomegranate's peel.International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 2012, Vol.4, Suppl.3, pp.675-678. https://www.researchgate.net/publication/286223841
31. Julia FS, Cristina V., Oriol C., M. Blanca R. Composites of cellulose nanocrystals in combination with either cellulose nanofibril or carboxymethylcellulose as functional packaging films.International Journal of Biological Macromolecules. 2022, vol.211, pp.218-229.https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.05.049
32. Hossein B., Ziba F., Erlantz L., Cristina D. Cruz, Roozbeh A., Mahyar F., Paivi T., Eero K., Juha L., Jukka N. Effect of Probe Ultrasonication, Microwave and Sunlight on Biosynthesis, Bioactivity and Structural Morphology of Punica granatum Peel's Polyphenols-Based Silver Nanoconjugates. Food Hydrocolloids, 2025, 158, pp.110525. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.110525
33. Hashem A.,Chukwunonso OA,Mohamed F.N..,Ashraf A. Efficacy of treated sodium alginate and activated carbon fiber for Pb(II) adsorption.International Journal of Biological Macromolecules. 2021,Volume 176, 15, pp.201-216, DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2021.02.067
34. Carballo-Meilan A., Goodman AM, Baron MG, Gonzalez-Rodriguez J., A specific case in the classification of woods by FTIR and chemometrics: discrimination of Fagales from Malpighiales, Cellulose, 2014, 21, pp.261–273.
35. Fábio dos S.G., Marco F.Ferrão, Carlos R.W. Development of methodology for identification

of the nature of the polyphenolic extracts by FTIR associated with multivariate analysis Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy 2016, 153, pp.94–101.https://www.researchgate.net/publication/281166962
36. Maryam K., Samad N.E. Polyphenol Enriched Extract of Pomegranate Peel; A Novel Precursor for the Biosynthesis of Zinc Oxide Nanoparticles and Application in Sunscreens. Pharmaceutical Sciences, 2021, 27(1), pp. 102-110. doi:10.34172/PS.2020.56

ЭКСТРАКЦИОННЫЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ ГРАНАТОВЫЕ КОЖУРЫ

Гаджарханым Э. Гусейнли, Агагусейнова Минира М., Аманулаева Гюнель И.

РЕЗЮМЕ:
В последнее время исследователи проявляют широкий интерес к поиску лекарств, борющихся с такими серьезными заболеваниями, как болезнь Паркинсона, болезнь Альшгеймера, диабет и ожирение. Полифенольные соединения оказывают на них положительное действие. В связи с этим поиск новых методов и источников синтеза этих соединений более удобными и экономически эффективными методами является весьма актуальной и актуальной проблемой. Значительная часть полифенолов содержится в кожуре граната.
Представленная работа основана на методе экстракции полифенольных соединений из природного и доступного сырья. Экстракцию полифенольных соединений проводили с использованием изопропилового спирта в качестве экстрагента методом Сокслета. Для идентификации полученных соединений использовали ИК-Фурье-спектроскопию. Результаты показывают, что гидроксильные группы в экстракте идентифицированы как соответствующие ароматическому кольцу C=H аблюдались связи C-C, а также полосы поглощения химической связи C-O. Ее термические свойства изучались методом ДТА.
Исследование показало важность полифенольных соединений, их биологическое действие и потенциал их применения в различных областях промышленности.Эти соединения также могут быть использованы в качестве нанокомплексов, консервантов пищевых продуктов, натуральных красителей, пребиотиков, гидрогелей. Кроме того, эти соединения используются в различных технологических областях, включая органическую химию, химию материалов, фармацевтику, пищевую химию, химическую инженерию.
Ключевые слова: полифенолы, экстракция, экстракт кожуры граната, изопропиловый спирт, ИК-спектр Фурье, ДТА – анализ.

NAR QABIQLARINDAN POLİFENOL BİRLƏŞMƏLƏRİN EKSTRAKSİYA ÜSULU İLƏ ALINMASI

Həcərxanım E. Hüseynli, Minirə M. Ağahüseynova, Günel İ. Əmanullayeva

XÜLASƏ
Son zamanlar araşdırmalar Parkinson, Alsheymer, diabet və piylənmə kimi ciddi xəstəliklərlə mübarizə aparan dərmanların tapılmasına böyük maraq göstərir. Onlarda polifenol birləşmələri müsbət təsir göstərir. Bu baxımdan bu birləşmələrin daha əlverişli və sərfəli üsullarla sintezi üçün

yeni üsulların və mənbələrin axtarışı çox aktual və aktual problemdir. Polifenolların əhəmiyyətli bir hissəsi nar qabığının tərkibindədir.
Təqdim olunan iş təbii və əlverişli xammaldan polifenol birləşmələrinin çıxarılması üsuluna əsaslanır. Polifenolik birləşmələrin ekstragent kimi izopropil spirtindən istifadə etməklə Soxlet üsulu ilə çıxarılması aparılmışdır. Alınan birləşmələri müəyyən etmək üçün FTIR spektroskopiyasından istifadə edilmişdir. Nəticələr göstərir ki, ekstraktdakı hidroksil qrupları aromatik halqaya uyğun gələm C=C-C rabitəsi, həmçinin C-O kimyəvi bağının udma zolaqları müşahidə edilmişdir. Onun istilik xassələri DTA üsulu ilə öyrənilmişdir.
Tədqiqat işində polifenol birləşmələrinin əhəmiyyəti, onların bioloji təsirləri və müxtəlif sənaye sahələrində tətbiqi potensialı göstərilmişdir.Bu birləşmələrdən nanokomplekslər, qida konservləri, təbii boyalar, prebiyotiklər, hidrogellər kimi də istifadə oluna bilər. Bundan əlavə, bu birləşmələr müxtəlif texnoloji sahələrdə, o cümlədən üzvi kimya, materiallar kimyası, əczaçılıq, qida kimyası, kimya mühəndisliyi sahələrində istifadə olunur.
Açar sözlər:polifenollar, ekstraksiya, nar qabığı ekstraktı, izopropil spirti, FTIR spektri, DTA – analiz.

III. Preparation and application of composite materials

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0478

PREPARATION OF COMPOSITION MATERIAL BASED ON BUTADIENE METHYL STYRENE RUBBER MODIFIED WITH NANO-SIZED DOLOMITE ABD STUDY OF ITS PROPERTIES

Kerem Shixaliyev Seyfi
Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan
kerem_shixaliyev@mail.ru

ABSTRACT

Butadiene-methyl styrene rubber is one of the most important rubbers in the tire industry. BMSR has positive aspects, but its adhesion and resistance to aggressive environments are very poor. This work is aimed at eliminating its shortcomings. For this purpose, BMSR was modified with Nano-sized bentonite obtained from the stone-Salah mine of the Republic of Azerbaijan. With Nano-sized bentonite
mechanically modified - the composition was prepared based on BMSR.
In this research work, the rheological properties of the mixtures obtained by modifying with Nano-sized bentonite in different proportions to improve friction resistance, dielectric properties, and adhesion ability of the composition obtained based on BMSR were studied at different temperatures and under the influence of different loads. and processing under the influence of tension is suitable for the purpose. From the research conducted, we concluded that the amount of nanomaterial in the binary mixture should be 2-4 parts by mass., the composition was vulcanized at 155°C for 25 minutes and its physical and mechanical properties were studied. In the presence of nano-sized dolomite, the breaking strength of the obtained compositions, the strength of contact with metal, resistance to tearing, multiple deformations, and aging coefficients have ink. Thus, as a result of this study, BMSR. A binary mixture was prepared by mechanical modification in the laboratory with different proportions of Nano-sized dolomite. The rheological properties of the binary mixtures under the influence of different stresses and temperatures were investigated. As a result of the rheological study, the processing technological regime and the optimal ratio of the mixture were determined. The effective effect of the modifier was evaluated by studying the physical and mechanical properties of the composition vulcanization filled based on the modified ternary ethylene-propylene copolymer.
Keywords: modification, vulcanization, polymer alloy flow index, rubber mixture, volumetric flow rate of binary mixtures, dolomite, butadiene-methyl styrene rubber

INTRODUCTİON

Due to its valuable properties, BMSRs are used in mechanical engineering, the textile industry, agriculture and medicine, automobile and shipbuilding, aircraft manufacturing, and the tire industry. Based on BMSR, tires and rubber materials are manufactured [1-3]. The range of rubber products based on BMSR constantly expands and exceeds 60 thousand items [4-5]. About half of the rubber industry's production volume is car tires, and more than a third is rubber technical products, the range of which is particularly diverse. The main consumers of BMSR are modern transport, such as road, air, and rail. Thus, in a modern car, there are about 600 parts

made of rubber based on BMSR with a total weight of 90 kg [6-8].

Of the rubber technical products, the largest volume consists of conveyor belts, drive belts, hoses, complex machine parts made of rubber or rubber with metals and textile materials, rubberized technical fabrics and products made from them, brake pads, etc. Rubber bands that are changed for the manufacture of products are subject to a certain set of requirements following specific operating conditions. The range of required properties is very wide - mechanical strength, rigidity, elasticity, resistance at high or low temperatures, resistance to various substances (lubricants, fuels, acids, alkalis, oxygen, acetylene, and many others), electrical insulating properties or electrical conductivity, color, non-toxicity, etc. [9]. The purpose of this study was to use dolomite as a potential reinforcing agent for BMSR. The effect of nanoparticles added to the BMSR SBR matrix as non-reactive reinforcing Nano fillers at 1, 3, and 5 parts per rubber was investigated based on cross-linking, mechanical, physical, and rheological properties. [10-11]. Some authors [12] added toluene to clay and carried out anionic polymerization and thus synthesized styrene-isoprene-butadiene rubber/montmorillonite nanocomposites [13]. TEM and X-ray diffraction studies revealed dispersed silicates and strong interaction of the terpolymer matrix with clay in nanocomposites [14]. The resulting nanocomposites showed higher decomposition and glass transition temperatures, elastic moduli, tensile strength, and elongation at break than pure terpolymer and styrene-isoprene-butadiene rubber [15] The authors showed that using 3 wt% exfoliated nanocomposites showed the best thermal stability and mechanical properties [16]. As a result, the study proved that the addition of toluene plays an important role in increasing the dispersion of OMMT, which leads to an improvement in the structure and properties of polymer nanocomposites [17]. The authors of these works used a ball mill to obtain dolomite nanoparticles and the work showed that dolomite with the smallest particle size was obtained when it was ground at a speed of 500 rpm and treated with ultrasound 10 times with an amplitude of 50%. The authors [18] recommended that the resulting nanocomposite can be used for more complex applications such as use in absorbable materials, biomedical applications, tissue engineering, wound healing, and many others [19-20]. Of the rubber technical products, the largest volume consists of conveyor belts, drive belts, hoses, complex machine parts made of rubber or rubber with metals and textile materials, rubberized technical fabrics and products made from them, brake pads, etc. Rubber bands that are changed for the manufacture of products are subject to a certain set of requirements in accordance with specific operating conditions. The range of required properties is very wide - mechanical strength, rigidity, elasticity, resistance at high or low temperatures, resistance to various substances (lubricants, fuels, acids, alkalis, oxygen, acetylene and many others), electrical insulating properties or electrical conductivity, color, non-toxicity, etc. [9]. The purpose of this study was to use dolomite as a potential reinforcing agent for BMSR. The effect of nanoparticles added to the BMSR SBR matrix as non-reactive reinforcing Nano fillers at 1, 3 and 5 parts per rubber was investigated based on cross-linking, mechanical, physical and rheological properties. [10-11]. Some authors [12] added toluene to clay and carried out anionic polymerization and thus synthesized styrene-isoprene-butadiene rubber/montmorillonite nanocomposites [13]. TEM and X-ray diffraction studies revealed dispersed silicates and strong interaction of the terpolymer matrix with clay in nanocomposites [14]. The resulting nanocomposites showed higher decomposition and glass transition temperatures, elastic moduli, tensile strength and elongation at break than pure terpolymer and styrene-isoprene-butadiene rubber [15] The authors showed that using 3 wt% exfoliated nanocomposites showed the best thermal stability and mechanical properties [16]. As a

result, the study proved that the addition of toluene plays an important role in increasing the dispersion of OMMT, which leads to an improvement in the structure and properties of polymer nanocomposites [17]. The authors of these works used a ball mill to obtain dolomite nanoparticles and the work showed that dolomite with the smallest particle size was obtained when it was ground at a speed of 500 rpm and treated with ultrasound 10 times with an amplitude of 50%. The authors [18] recommended that the resulting nanocomposite can be used for more complex applications such as use in absorbable materials, biomedical applications, tissue engineering, wound healing and many others [19-20].

Method

The butadiene-methylstyrene rubber we used for this work had a styrene content of 27%. To modify BMSR, dolomite, which has not been used in the recipes based on this rubber and whose particle size is close to the nanosize, was used. Then the optimal recipe was selected (Table 1).

Table 1. Butadiene-methyl styrene rubber and the optimal recipe with dolomite with particle sizes close to the nanoscale (DBN)

№	password / indicators	1	2	3	4	5	6	7
1	BMSR	100	100	100	100	100	100	100
2	dolomite whose particle size is close to nanoscale	-	2	3	4	5	6	8
3	Stearic acid	2.5	2.5	2.5	25	2.5	2.5	2.5
4	Altax	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
5	diphenyldi quandine	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
6	zinc oxide	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
7	Technical carbon LQ-100	45	45	45	45	45	45	45
8	Sulphur	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	Total	155.9	157.9	158.9	159.9	160.9	161.9	163.9

The dolomite used had the following main properties:

Dolomites are a sedimentary rock that includes dolomite itself - $CaCO_3 \cdot MgCO_3$, with admixtures of clayey, ferruginous, siliceous, and other substances. Dolomites come in granular, politic, al, and crystalline structures. The hardness of dolomite is slightly higher than the hardness of limestone, its density is 2.0 - 2.8 g/sm3, and its tensile strength ranges from 120 - 300 MPa. Dolomite has a white, greenish-brown, brown, and reddish-brown color. Taking into account the above, it must be assumed that it can be more effective than limestone materials when constructing structural layers of road and airfield pavements.

Different quantitative ratios of calcium carbonates in sedimentary rocks are one of the reasons for the wide variety of mineral-petrographic and physical-mechanical characteristics of these rocks, the name of which depends on the percentage of calcium carbonate in them, which is clearly shown in Table. 2.

Table 2. Content (% by weight) of calcium carbonate in limestone and dolomite

Name of mineral	Standard for carbonate, in % by weight					
	Pure limestone	Dolomite limestone	Dolomite limestone	Calcareous dolomite	Calcareous dolomite	Pure dolomite
$CaCO_3$	90-100	75-95	50-75	25-50	5-25	0-5
$CaCO_3$ $MgCO_3$	0-10	5-25	25-50	50-75	75-95	95-100

The mechanical properties of limestone's play a significantly important role in road and airfield construction since these properties depend on the strength and cementing ability of the carbonate rocks they contain, as well as on the presence of non-carbonate impurities, which, in each individual case, are characterized by the chemical composition of the specific limestone material.

When performing the mixing process, a certain sequence is expected during the addition of components to the rubber

Before mixing, we determined and prepared the weights of rubber and ingredients according to the given recipe according to the working volume of the mixing device. Laboratory rolling pin, beam thermocouple, hand thickness gauge, needle thermocouple, technical scale with weighing stones, chalk suspension, timer, chopping knife, device plate, rubbers, a brush, a cooling bath, an emery board, a rubber cutting knife, and all the necessary tools were provided and the composition preparation process began

When the mixing process started, the mode clock started working. It was prepared in a laboratory at 40-50°C in different proportions for 20-30 minutes. During the mixing process, the ingredients scattered around from the spaces between the shafts are collected by the brush and returned to the space between the shafts and mixed again. After five minutes, the size of the gap between the shafts is increased to 3-5 mm, and the process of mixing the stock of mixture stored and rotated in a small number of shafts is continued according to the prescribed mode. As a result, repeated mixing is required to obtain a homogeneous or homogeneous mixture. During the mixing time, 10-15 cuts are made into the mixture and it is mixed. During the preparation of the mixture, the temperature of the shaft is checked 2-3 times. After the ready mixture was taken out in the form of a sheet of a certain thickness from between the shafts of the laboratory roller, we determined the temperature of the mixture utilizing a needle thermocouple, then we stopped the work in the roller and used a hydraulic press to vulcanize the composition.

Vulcanization in a hydraulic press

The vulcanization process is carried out in laboratory conditions using hydraulic presses. The plates of the hydraulic press are heated using an electric heating element and saturated steam. With the participation of oil or water pumps operating at a pressure of 100-200 and 15-20 kg/cm2, the process of forming the product is realized along with the lifting of the hydraulic press.

To carry out the vulcanization process, we prepared the plates and forms of the hydraulic press by preheating them for 20-30 minutes at a temperature of 135-180°C. For the application of the vulcanization process, we prepared the optimal set time of 10, 20, 30, 40, 50, and 60 minutes in advance for the six samples, respectively .

Results and Discussions

Binary mixtures are prepared for 5-6 minutes based on various mixtures of butadiene-nitrile rubber and dolomite in the laboratory at a temperature of 40-50°C. The composition of prepared BMSR/dolomite binary mixtures is given in Table 3. To determine the flow index of the alloy of the compositional mixture, we prepared a joint mixture of BMSR and dolomite (Table 3)

Table 3. Composition of BMSR dolomite binary mixture

№	Qarışığın qeyri-komponentləri	1	2	3	4	5
1	BMSR	100	100	100	100	100
2	dolomit	-	2	4	6	8

Volume consumption report of BMSR\dolomite binary mixtures

BMSR/dolomite binary mixtures at temperatures of 130, 140, 167, 180°C 11.75; 20.85; We record the times spent for the alloys to flow at a distance of S=0.02 mm under the pressure caused by loads of 26.1 and 32.6 kg and are given in table 4.

Table 4. The time spent for the melts of BMSR/dolomite binary mixtures to flow in the above-mentioned mode at a distance of S=0.02 mm, in secon

	130ºC				140ºC			
	Loads, kg				Loads, kg			
№	11.75	20.85	26.1	32.6	11.75	20.85	26.1	32.6
1	250.81	56.70	33.18	18.75	82.18	20.65	11.56	6.12
2	91.62	26.51	18.17	7.95	40.65	10.98	6.75	3.12
3	80.17	22.63	15.65	6.17	29.63	8.65	5.12	2.65
4	70.78	19.73	14.02	5.12	21.62	7.12	3.98	2.03
5	60.12	17.14	12.85	3.75	17.18	5.95	2.12	1.04
167ºC					180ºC			
1	40.25	11.13	7.82	5.75	31.18	6.75	4.85	2.98
2	19.30	6.32	3.16	2.04	30.07	5.6	3.72	2.03
3	17.8	5.60	2.90	1.68	27.9	4.9	2.75	1.85
4	16.04	4.70	1.98	1.04	28.65	5.63	3.69	2.14
5	14.0	4.03	1.04	0.68	30.75	6.75	4.36	3.27

1st load G1=11.75 kg, 2nd load G2=20.85 kg, 3rd load G3=26.1 kg, G4=32.6 kg.

The pressure created by the above charges on the surface of the binary mixture is calculated by the following formula

$$P = \frac{G_1}{\frac{\pi D_s^2}{4}}$$

Here Ds is the diameter of the working part in the IRT device; 0.95 sm

G_1 – 1st load

The pressure exerted by charge 1 on the binary mixture alloy

$$P_1 = \frac{G_1}{\frac{\pi D_s^2}{4}} = \frac{11.75}{\frac{3.14(0.954)^2}{4}} = \frac{11.75}{0.7145} = 16.445 \text{ kg/sm}^2$$

Pressure exerted by load 2

$$P_2 = \frac{20.85}{0.7145} = 29.181 \text{ kg/sm}^2$$

Pressure exerted by load 3

$$P_3 = \frac{26.1}{0.7145} = 36.529 \text{ kg/sm}^2$$

Pressure exerted by load 4

$$P_4 = \frac{32.6}{0.7145} = 45.625 \text{ kg/sm}^2$$

The displacement stress used to change the center of gravity of alloys of binary mixtures with one another is calculated by the following formula.

$$\tau = \frac{Pr}{2l}$$

.Here, P- are the pressures caused by the corresponding loads.

r- is the radius of the capillary where the alloy flows, 0.05 sm

l- the length of the capillary, 0.8 sm

Let's calculate the displacement stresses caused by the loads

$$\tau_1 = \frac{P_1 r}{2l} = \frac{16.4445 \cdot 0.05}{2 \cdot 0.08} = \frac{16.445 \cdot 0.05}{1.6} = 0.514 \text{ kg/sm}^2$$

$$\tau_2 = \frac{29.121 \cdot 0.05}{1.6} = 0.912 \text{ kg/sm}^2$$

$$\tau_3 = \frac{36.529 \cdot 0.05}{1.6} = 1.41 \text{ kg/sm}^2$$

$$\tau_4 = \frac{45.626 \cdot 0.09}{1.6} = 1.426 \text{ kg/sm}^2$$

Above 130;140;167; Let's calculate the volume consumption of binary mixed alloys under the pressure caused by suitable loads at temperatures of 180 ^oC using the following formula.

$$Q = \frac{S}{t} \cdot \frac{\pi D_s^2}{4}$$

Here, S- the distance of the alloy flowing from the capillary, 0.02 sm

t- is the time spent on distance S.

Accordingly, let's calculate the volume consumption of alloys at each temperature and under the influence of loads.

Report of alloy volume consumption at 180 ^oC temperature

180 ^oC 1st load

$$Q_1 = \frac{0.01566}{31.18} = 0.00045824 = 4.5824 \cdot 10^{-4} \cdot \text{sm}^3 \cdot seconds = 0.6610$$

$$Q_2 = \frac{0.0566}{30.07} = 0.00047516 = 4.7516 \cdot 10^{-4} \cdot \text{sm}^3 \cdot seconds = 0.6768$$

$$Q_3 = \frac{0.01566}{27.9} = 0.00051211 = 5.1211 \cdot 10^{-4} \cdot \text{sm}^3 \cdot seconds = 0.7093$$

$$Q_4 = \frac{0.01566}{28.65} = 0.00049871 = 4.9871 \cdot 10^{-4} \cdot \text{sm}^3 \cdot seconds = 0.6978$$

$$Q_5 = \frac{0.01566}{30.75} = 0.00046465 = 4.6465 \cdot 10^{-4} \cdot \text{sm}^3 \cdot seconds = 0.6671$$

2nd load

$$Q_1 = \frac{0.01566}{6.75} = 0.00211674 = 21.1674 \cdot 10^{-4} \cdot \text{sm}^3 \cdot seconds = 1.3256$$

$$Q_2 = \frac{0.01566}{5.66{,}1} = 0.0027662957 = 27.662957 \cdot 10^{-4} \cdot \text{sm}^3 \cdot seconds = 1.73306$$

$$Q_3 = \frac{0.01566}{4.9} = 0.00291592 = 29.1592 \cdot 10^{-4} \cdot \text{sm}^3 \cdot seconds = 1.4647$$

$$Q_4 = \frac{0.01566}{5.63} = 0.00253783 = 25.3783 \cdot 10^{-4} \cdot \text{sm}^3 \cdot seconds = 1.4044$$

$$Q_5 = \frac{0.01566}{6.75} = 0.00211674 = 21.1674 \cdot 10^{-4} \cdot sm^3 \cdot seconds = 1.3256$$

3nd load

$$Q_1 = \frac{0.01566}{4.85} = 0.00294598 = 29.4598 \cdot 10^{-4} \cdot sm^3 \cdot seconds^{-1} = 1.4692$$

$$Q_2 = \frac{0.01566}{3.72} = 0.00384086 = 38.4086 \cdot 10^{-4} \cdot sm^3 \cdot sanseconds^{-1} = 1.5844$$

$$Q_3 = \frac{0.01566}{2.75} = 0.00519564 = 51.9564 \cdot 10^{-4} \cdot sm^3 \cdot seconds^{-1} = 1.7156$$

$$Q_4 = \frac{0.01566}{3.69} = 0.00387209 = 38.7209 \cdot 10^{-4} \cdot sm^3 \cdot seconds^{-1} = 1.5879$$

$$Q_5 = \frac{0.01566}{4.36} = 0.00327706 = 32.7706 \cdot 10^{-4} \cdot sm^3 \cdot seconds^{-1} = 1.5154$$

4nd load

$$Q_1 = \frac{0.01566}{2.98} = 0.00479463 = 47.9463 \cdot 10^{-4} \cdot sm^3 \cdot seconds^{-1} = 1.6807$$

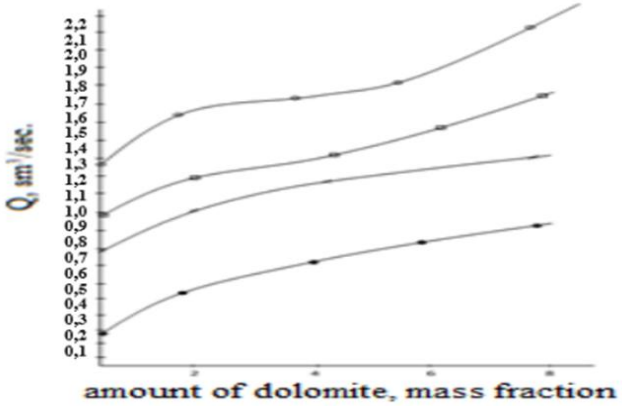
$$Q_2 = \frac{0.01566}{2.03} = 0.00703842 = 70.3842 \cdot 10^{-4} \cdot sm^3 \cdot seconds^{-1} = 1.8474$$

$$Q_3 = \frac{0.01566}{1.85} = 0.00772324 = 77.2324 \cdot 10^{-4} \cdot sm^3 \cdot seconds^{-1} = 1.8877$$

$$Q_4 = \frac{0.01566}{2.14} = 0.00667664 = 66.7664 \cdot 10^{-4} \cdot sm^3 \cdot sanseconds^{-1} = 1.8245$$

$$Q_5 = \frac{0.01566}{3.27} = 0.00436942 = 436942 \cdot 10^{-4} \cdot sm^3 \cdot sanseconds^{-1} = 1.6404$$

Based on the results of our research work, we have built graphic curves of volume consumption of alloys due to the influence of temperatures and loads corresponding to binary mixed alloys, and the obtained results are shown in figures 1, 2, 3, and 4



Fiqure 1. Dependence of the volumetric consumption of binary alloys BMSR/dolomite at 130˚C on the amount of dolomite

When we analyze the dependence curves of the volume consumption on the amount of dolomite in the mixture under the pressure caused by 32.6 kg loads, we see that the volume consumption increased by a large jump when the mixture contains 2 mass parts of dolomite. This

shows that when the mixture contains 2 mass parts of dolomite the displacement of the center occurs with a jump. This means that dolomite plays a plasticizing role. In the next increments of dolomite in the mixture, the volume increases remarkably little considering the consumption This suggests that a highly elastic state occurs without allowing the center of gravity of the mixture to shift. This improves the technological properties of BNK during processing and minimizes destruction. When the amount of dolomite in the mixture reaches 6 parts by mass, the volume increases monotonically

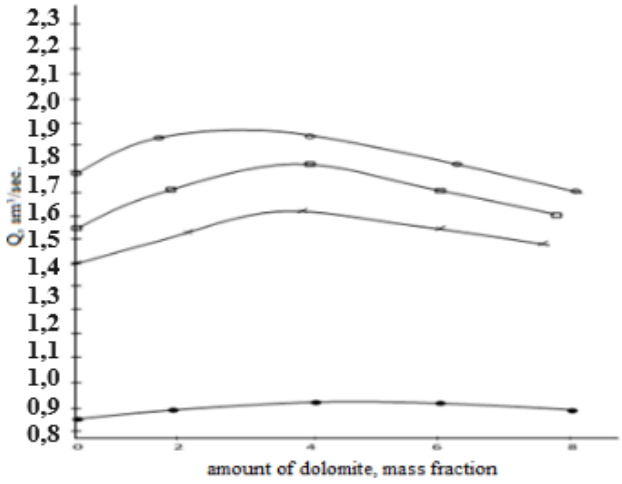


Figure 2. Dependence of the volume consumption of BMSR/dolomite binary mixtures alloys at a temperature of 140˚C on the amount of dolomite

When the amount of dolomite in the BMSR/dolomite mixture at 140℃ is (1-3 parts by mass), the volume consumption of the mixture increases monotonically under the influence of tension caused by all loads. When the amount of dolomite in the mixture is (4-6) parts by mass and under the stress caused by the 3rd and 4th loads, the volume consumption of the mixture increases sharply at a high rate. This shows that under the influence of the specified loads, the center of gravity of the mixtures shifts from yielding to a highly elastic state. (Figure 2) But under the influence of loads 1 and 2, the volume consumption of the mixture increases monotonously. That is the center of gravity changes relative to one another. From the result of this curve, we conclude that it is possible to prepare a mixture by processing the BMSR/dolomite mixture under the pressure caused by the 1st and 2nd load

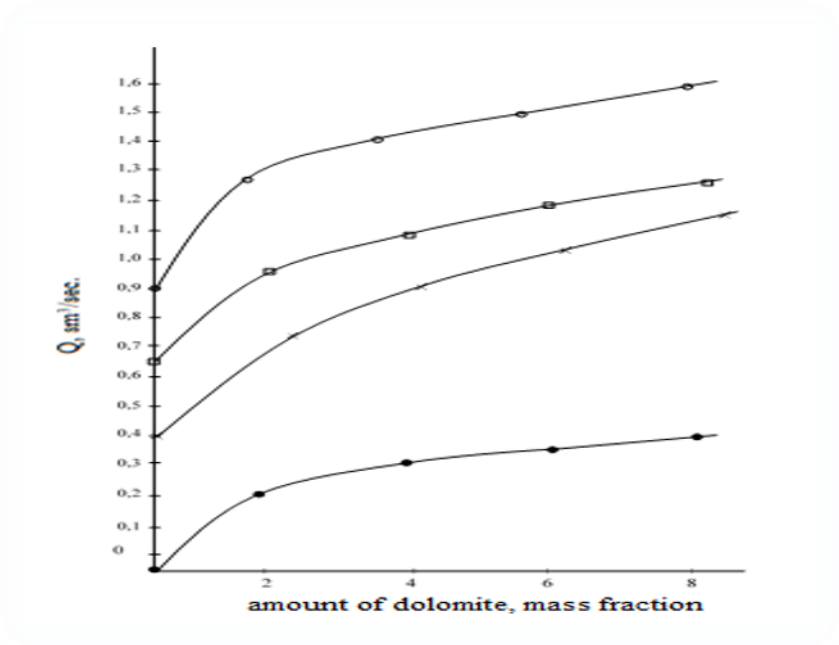


Figure 3. Dependence of the amount of dolomite on the volume consumption of BMSR/dolomite binary mixtures alloys at a temperature of 167˚C

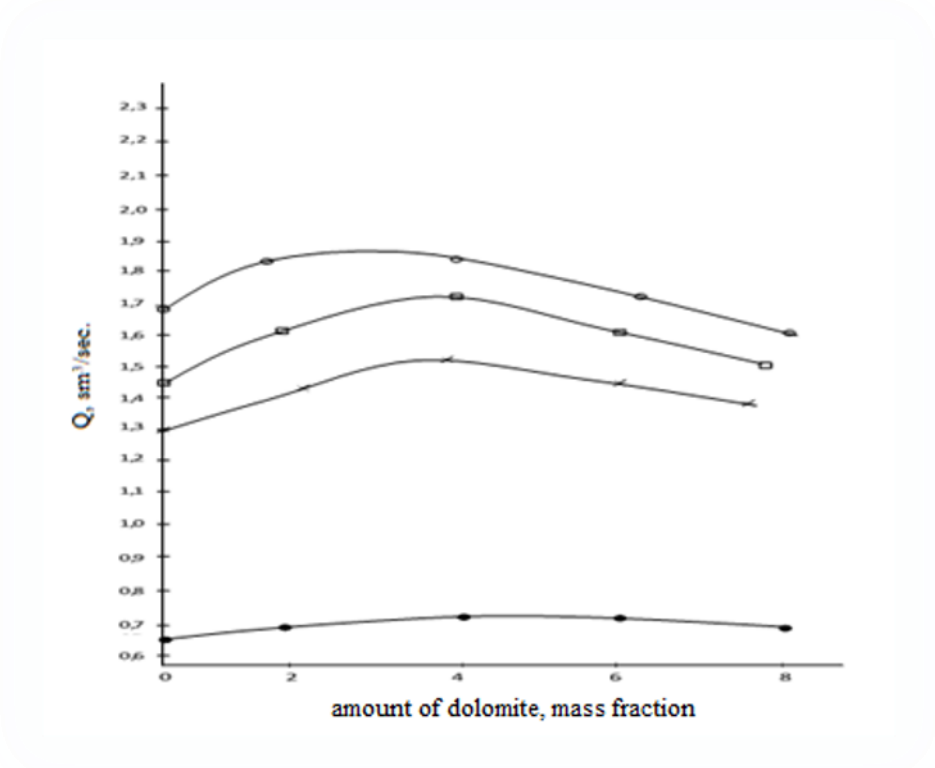


Figure 4. Dependence of the volume consumption of BMSR/ dolomite binary mixtures alloys at a temperature of 180˚C on the amount of dolomite

Analyzing the dependence curves of the volume consumption of BMSR/dolomite binary

mixture alloys on the amount of dolomite at a temperature of 150℃, we see that the volume consumption of the mixture increases monotonically when there are (2-6) mass parts of dolomite in the mixture. (Figure 3) But when the amount of dolomite in the mixture is (6-8) mass parts. and under the tension caused by the 3rd and 4th loads, processing is not suitable for the purpose. Because in this case the destruction increases.

Analyzing the flow behavior of the BMSR/dolomite binary mixture alloys at a temperature of 180˚C depending on the stress caused by loads, we see that under the influence of all loads, the volume consumption maximum increases when the amount of dolomite in the mixture is (2-4 parts by mass). (6-8) and when the mass is part, the volume consumption of the alloys of the mixture drops sharply below the maximum. (Figure 4). This analysis suggests that when the amount of dolomite in the mixture is (4-8) parts by mass at a temperature of 180˚C, there is a serious structural change in the macromolecule of BNK, that is, the construction process occurs, and the volume consumption of the alloy of the mixture decreases

Preparation of composite material based on BMSR modified with dolomite and study of its properties

The composition of the composite material based on BMSR modified with dolomite is given in table 4.

Table 4. The composition of the composition based on butadiene-nitrile rubber modified with dolomite, by mass

№	The password of the mixture / Names of components	1K	2K	3K	4K	5K
1	BMSR	100	100	100	100	100
2	Dolomit	-	2.0	3.0	4.0	6.0
3	Fuel oil	4.0	-	-	-	-
4	Sulphur	2,3.0	2,3.0	2,3.0	2,3.0	2,3.0
5	Altax	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
6	Captax	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
7	Zuo	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
8	Neazon "D"	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
9	Technical Stearin	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10	Konifol	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
11	Technical carbon P-803 P-234	 10 30	 10 30	 10 30	 10 30	 10 30
	Total	157,7	159,7	160,7	161,7	163,7

The composition based on BMSR modified with different proportions of dolomite was prepared in the laboratory at a temperature of 80-90℃ BMSR for 20 minutes, according to the standard. We vulcanized the prepared BMSR/dolomite mixture at a temperature of 155±1℃ for 20 minutes in a hydraulic vulcanizing press, and the physical and mechanical properties of the

vulcanizate were studied and given in table 5.

Table 5. Physico-mechanical indicators of compositions based on modified butadiene-methylstyrene rubber with dolamite

1	Breaking strength limit, MPa	171	17.0	18.1	16.5	16.0
2	Relative elongation, %	336	335	338	342	349
3	Relative residual deformation, %	11.9	12.0	12.2	12.4	12.8
4	Tensile strength, kN/m	67.1	65.1	67.2	68.0	68.9
5	Sürtünmə, sm^3/kvt·saat	59.0	58.0	56.6	55.2	53.2
6	Metal contact strength Mpa Steel-3 Brass	 5.9 6.4	 5.8 7.1	 7.0 8.0	 7.8 8.6	 6.9 8.0
7	Brittleness temperature, ℃	-13	-14	-16	-18	-20
8	Strength on TM-2, conventional unit.	79	79	81	78.8	78.1
9	Swelling degree at 130 ℃temperature for 25 hours, % Isooctane-toluene- (70:30) Gasoline-benzene- (3:1)	 11.3 21.1	 12.0 21.8	 11.8 21.2	 10.8 20.8	 11.1 20.6
10	Heat wear coefficient at 130℃ temperature for 60 hours t_p E_p	 0.88 0.67	 0.86 0.65	 0.87 0.65	 0.87 0.66	 0.89 0.63
11	Flexibility on the back bounce, %	9.9	10.7	11.2	10.4	10.3
12	12 hour frost wear coefficient at -25℃ t_p E_p	 0.76 0.58	 0.79 0.61	 0.86 0.64	 0.88 0.73	 0.95 0.79

Standard BMSR of vulcanizate based on BMSR\dolomite 100/6 4K mixture gravimetric curves of resistance to swelling a mixture of comparable gasoline-benzene (Figure. 5) and isooctane-toluene (Figure. 6) were established based on

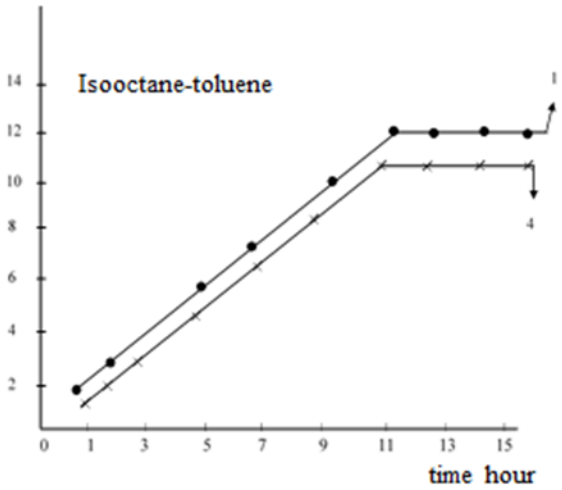


Figure 5. Swelling degree of vulcanizate based on BMSR\dolomite -100/6 4K mixture in gasoline-benzene mixture relative to standard sample Swelling degree,%

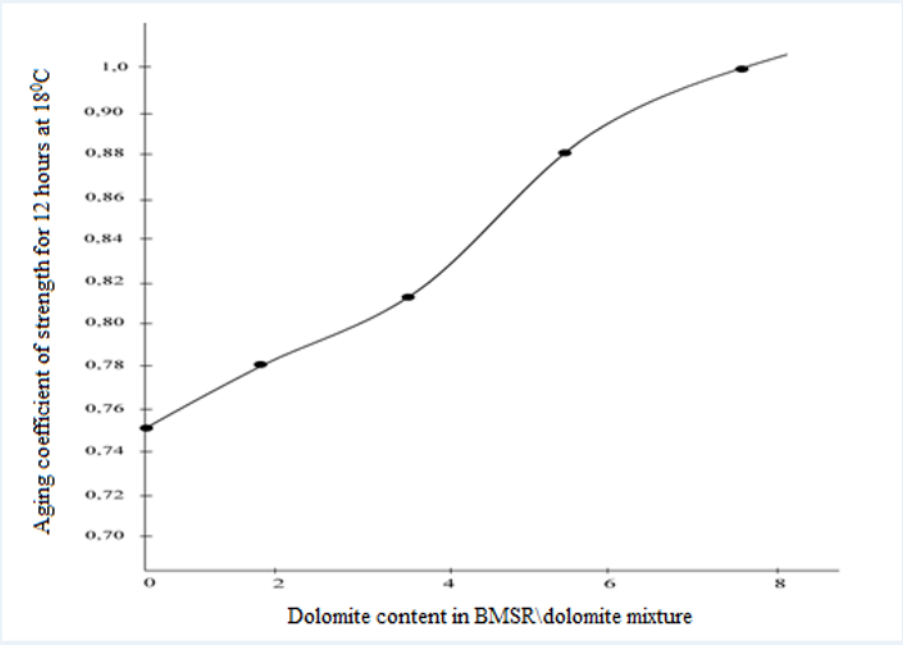


Figure 6. The degree of swelling of the vulcanizate based on the BMSR/dolomite -100/6 4R mixture in the isooctane-toluene mixture compared to the standard sample

From the comparative analysis of the graphs, it can be seen that the tolerance percentage of sample 4K has increased by 7% compared to the reference sample 1K Isooctane-toluene sample 4R increased swelling tolerance by 14% compared to sample 1K

The dependence curves of the frost hardness (Figure. 6) and wear coefficient (Figure. 7) of the vulcanizate prepared on the basis of BMSR/dolomite at -180℃ temperature for 12 hours on the amount of dolomite in the mixture were established.

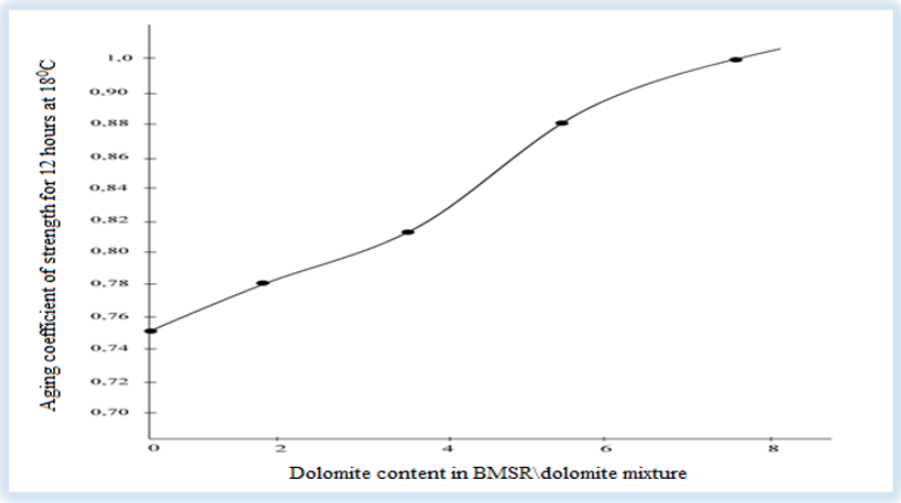


Figure. 7 Dependence of the coefficient of wear on relative elongation on the amount of dolomiteinthe mixtur

Conclusion

1. The obtained results showed that the nanoparticle dolomite used as a modifier improved the physical and mechanical indicators of BMSR by 1.5 times.
2. Binary mixtures were prepared with BMSR and dolomite in different proportions. 11.75 at 130, 140, 167, 180℃ of the prepared binary mixtures; 20.85; 26.1; Volume losses of alloys under the influence of 32.6 kg loads were studied. As a result of the research, it was determined that when dolomite was 4 mass parts in the mixture at 130 ℃, dolomite played a modifier role and improved the technological properties of BMSR and minimized its destruction. It was considered appropriate to prepare the mixture by processing under the influence of loads 1 and 2 at 140 ℃. At 167 ℃, under the pressure caused by the loads 3 and 4, the processing was not suitable for the purpose, because the destruction occurred. At 180 ℃, a serious structural change occurred in BMSR macromolecule.
3. The composition was prepared based on the binary mixture of BMSR/dolomite. After keeping the prepared composition at -180℃ temperature for 12 hours, the aging coefficient of frost hardness and relative elongation was determined. As a result of the research, it was found that the coefficient of wear on frost hardness increased by 21.9%, and on relative elongation by 41.4%.

References

1.Lin, S.; Wang, J.; Wang, H.; Wu, T. Synthesis, Mechanical Properties and Biodegradation of Various Acrylic Acid-Grafted Poly (Butylene Succinate-Co-Terephthalate)/Organically Modified Layered Zinc Phenyl Phosphonate Nanocomposites. Eur. Polym. J. **2019**, 116, pp1–8.

2.Berti, C.; Celli, A.; Marchese, P.; Di Credico, F.; Verney, V.; Polyesters Based on Poly (Alkylene Dicarboxylate) S: 1. Thermal Behavior and Biodegradation of Aliphatic–Aromatic Random Copolymers. Eur. Polym. J. **2008**, 44, pp.3650–3661.

3.Manker, L.P.; Dick, G.R.; Hidoku, M.A.; Rayudu, C.; Rambert, T.; Jones, M.J Sustainable Polyesters via Direct Functionalization of Lignocellulosic Sugars. Nat. Chem. **2022**, 14, pp.976–984.

4.Cheng, Y.; Jiao, Z.; Li, M.; Xia, M.; Zhou, Z.; Song, P.; Xu, Q.; Wei, Z. A New Class of Nucleating Agents for Poly (L-lactic Acid): Environmentally-Friendly Metal Salts with Biomass-Derived Ligands and Advanced Nucleation Ability. Int. J. Biol. Macrogol. **2023**, 225, pp.1599-1608

5.Wang, Y.; Huang, J.; Liang, X.; Wei, M.; Liang, F.; Feng, D.; Xu, C.; Xian, M.; Zou, H. Production and Waste Treatment of Polyesters: Application of Bioresources and Biotechniques. Crit. Rev. Biotechnology. **2023**, 43, pp. 503–520.

6.Sun, Y.; Cai, Z.; Li, X.; Chen, P.; Hou, Z. Selective Synthesis of 1,3-Propanediol from Glycidol Over a Carbon Film Encapsulated Co-Catalyst. Catal. Sci. Technol. **2019**, 9, pp.5022–5030. [

7.Özkan, M.; Durum Baykal, P.; Investigation on the Performance Properties of Polytrimethylene Terephthalate (PTT) Based Staple Fibers and Cotton Blended OE-Rotor Yarns. J. Text. Inst. **2021**, 113, 449–459. [

8.Palm, G.J.; Risky, L.; Botcher, D.; Muller, H.; Michel's, E.A.; Walczak, M.C.; Berndt, L.; Weiss, M.S.; Borschberg, U.T.; Weber, G. Structure of the Plastic-Degrading Donella Shakiness Metaset Bound to a Substrate. Nat. Common. **2019**, 10, 1717.

9.Zhao, Y.; Zhao, B.; Wei, B.; Wei, Y.; Yao, J.; Zhang, H.; Chen, X.; Shao, Z. Enhanced Compatibility between Poly (lactic Acid) and Poly (butylene Adipate-Co-Terephthalate) by Incorporation of N-Halimane Epoxy Precursor. Int. J. Biol. Macrogol. **2020**, 165pp., 460–471.
10.Rajan, A.; Shankar, V. Purification and Characterization of Esterase Enzyme from Aspergillus Versicolor. Iran. J. Chem. Chem. Eng. **2023**, 42, pp.1691–1700.
11. Masculinities O.E. Properties of rubber compounds and vulcanizates based on nitrile butadiene rubber, synthesized using a combination of emulsifiers. Rubber and rubber. – 2016. – No. 4. – P. 9-10.
12. Ilion, V.M. Production of nitrile butadiene rubbers in the world / V.M. Ilion, A.K. Remove // Rubber and rubber. – 2013. - No. 2. – P. 48-52.
13. Alizadeh Aydan, SKN-40 RUBBER WITH THE PARTICIPATION OF SIMPLE AND COMPLEX ETERNALS PURCHASE OF CHEMICALLY RESISTANT RUBBERS International Journal of Engineering Technology Research & Management/vol 06-issue.01.2022 pp54-63
14. Amirov Fariz. 5.Shixaliyev Kerem. (2020). Properties of Linear Low-Density Polyethylene. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE). Volume-9 Issue-9, pp348-352
15. Aznar U. Khan, Magudulela Khan, Azmat Ali Khan, Ayman Parveen, Sajid Ansari, and Mahboob Allam (2022), Effect of Phyto-Assisted Synthesis of Magnesium Oxide Nanoparticles (MgO-NPs) on Bacteria and the Root-Knot Nematode, Volume Article ID 3973841, 11 pages
16. Clara Mariana Gonçalves Lima, Talha Bin Emran, Fahad A (2022),. Ahmadi, Harsha Ashtead, Sandeep D. S, and Carlos Adam Conte-Junior Development of Microneedle Patch Loaded with Bacopa moniker Solid Lipid Nanoparticles for the Effective Management of Parkinson's Disease
Volume 2022 Article ID 9150205, 17 pages
17. Kerem Shixaliyev, Investigation of the subsequent use of lands along the Aras River contaminated with heavy metals JOURNAL OF AERONAUTICAL MATERIALS Vol. 43, Issue-01, 2023.pp. 102-111
18. Kerem Shixaliyev Study of the properties of the composition obtained based on mixtures of polyvinyl chloride and ethylene-propylene copolymers JOURNAL OF AERONAUTICAL MATERIALS.ISSN: 1005-5053 Vol. 43, Issue-01, 2023 pp. 112-118
19. Shixaliyev kerem Generalization of the temperature dependence of some physical properties of high-strength polyethylene using the method of given parameters. Journal of Harbin Engineering University ISSN: 1006-7043 Vol 45 No. 1 January 2024.Page 431 - 438
20. Shixaliyev kerem Discontinued High-density and Low-density polyethylene purchase of environmentally friendly road surfaces Vol 45 No. 1 January 2024.Page**.** 422 - 430
21. Shixaliyev Kerem polymers functionalized by wood resin and oil-gasoline-resistant rubber based on them Journal of Harbin Engineering University ISSN: 1006-7043 Vol 45 No. 1 January 2024. Page: 439 – 451.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0492

ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЕ В ПЕРФОРИРОВАННОМ ТЕЛЕ ПРИ ПРОДОЛЬНОМ СДВИГЕ

[1]Мехтиев Рафаиль, [2]Джафарова Саида

[1]Азериайджанский Государственный Университет Нефти и Индустрии
[2]Азербайджанский Технический Университет
[1]кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра Общей и прикладной математики, https://orcid.org/0000-0003-0810-6881, rafail60mehtiyev@mail.ru,
[2]кандидат технических наук, кафедра Металлургия и технология материалов, https://orcid.org/0009-0007-1633-897X, saida.jafarova2011@gmail.com

АННОТАЦИЯ

В рассматриваемой задаче предполагается, что ослабленная упругая среда имеет биериодическую систему круглых отверстий, заполненных волокнами из однородного упругого материала. Связующая (среда) ослаблена двумя парами биериодических систем, ориентированных параллельно осям абсцисс и ординат, а размеры трещин неодинаковы (различны); Определены общие понятия, описывающие класс задач, связанных с распределением касательных напряжений вне круглых отверстий и сцеплением трещин продольного продольного смещения. Анализ предельного равновесия трещины в модели конечной зоны проводится на основе критерия нелокального разрушения с силовым условием распространения вершины трещины и условием деформации, определяющим распространение края конечной зоны трещины. При решении задачи граничное условие задается по контуру круглых отверстий. После определения граничного условия получены бесконечные алгебраические системы основных уравнений решения круглых отверстий. Затем определяются граничные условия для двух пар двухпериодических прямолинейных связанных трещин, а затем путем удовлетворения граничного условия получаются две системы нелинейных сингулярных интегро-дифференциальных уравнений. Поскольку напряжения в перфорированном теле ограничены, решение сингулярного интегрального уравнения ищется всюду в ограниченном классе функций. Сингулярное интегральное уравнение обычно регуляризуют, сводят к уравнению Фредгольма по Карлеману-Веке и только затем численно решают уравнение Фредгольма, предварительно сведенное к системе алгебраических уравнений. Поскольку ядро и правая часть интегрального уравнения в рассматриваемой задаче являются комплексными, получить регулярное уравнение в открытом виде затруднительно. Две системы нелинейных сингулярных интегро-дифференциальных уравнений с помощью квадратных формул сводятся к системе конечных алгебраических уравнений. Полученная система уравнений решается совместно. Полученные уравнения в каждом приближении решаются методом Гаусса путем выбора главного элемента для разных предполагаемых значений в зависимости от радиуса отверстий. Производятся расчеты для определения сил на стыках концевых зон и концевых нагрузок, приводящих к развитию трещин.

Ключевые слова: изотропная упругая среда, абсолютно жесткими включениями, антиплоская деформация, сдвиг берегов зоны предразрушения, трещинообразованию,

сингулярное интегральное уравнение

Введение. Задача о зарождение трещины является важной проблемой теории прочности. Следует отметить, что в настоящее время актуальны периодические задачи механики разрушения. Постановка задачи о трещинообразовании существенно расширяет первоначальную концепцию А. Гриффитса, согласно которой в материале всегда имеется большое количество мельчайших трещин. Зарождение трещины под нагрузкой соответствует данным фрактографических наблюдений. По мере увеличения интенсивности внешней нагрузки возле отверстий возникают зоны предразрушения, которые моделируются областями с ослабленными межчастичными связями в материале. Взаимодействие берегов этих областей моделируется путем введения между берегами зоны предразрушения связей с заданной диаграммой деформирования. Физическая природа таких связей и размеры зон предразрушения зависят от вида материала. Так как указанные зоны (прослойки перенапряженного материала) малы по сравнению с остальной частью изотропной среды, ослабленной периодической системой круговых отверстий, их можно мысленно удалить, заменив разрезами, поверхности которых взаимодействуют между собой по некоторому закону, соответствующему действию удаленного материала. При этом размер зоны предразрушения заранее неизвестен и подлежит определению.

Постановка задачи. Рассматривается изотропная упругая среда, ослабленная двоякопериодической системой круговых отверстий, имеющих радиусы λ $(\lambda < 1)$ и центры в точках (рис. 1)

$$P_{mn} = m\omega_1 + n\omega_2, \omega_1 = 2, \omega_2 = \omega_1 \cdot he^{i\alpha},$$
$$h > 0, Im\,\omega_2 > 0. (mn = 0, \pm 1, \pm 2, \dots).$$

Круговые отверстия среды заполнены абсолютно жесткими включениями (волокнами), спаянными вдоль обвода. Принято, что контуры круговых отверстий свободны от внешних нагрузок. В плоскости имеет место антиплоская деформация $\tau_y = \tau_y^{\infty}$, $\tau_x = 0$ (продольный сдвиг на бесконечности). По мере увеличения интенсивности внешних нагрузок в теле вокруг отверстий образуются зоны повышенных напряжений, расположение которых имеет двоякопериодический характер.

При возрастании τ_y^{∞} на поверхности отверстий возникают зоны предразрушения, которые моделируются областями с ослабленными межчастичными связями в материале. Взаимодействие берегов этих областей моделируется путем введения между берегами связей с заданной диаграммой деформирования. Исходя из симметрии граничных условий и геометрии области S, занятой связующей средой, напряжения являются двоякопериодическими функциями с основными периодами ω_1 и ω_2.

Как известно, поле напряжений и смещений при антиплоской деформации можно выразить через одну аналитическую функцию комплексного переменного $z = x + iy$ [1, 2, 3].

$$u = v = 0, \quad w = w(x, y), \quad \sigma_x = \sigma_y = \sigma_z = \tau_{xy} = 0, \quad \tau_x = \mu\frac{\partial w}{\partial x}, \quad \tau_y = \mu\frac{\partial w}{\partial y}, \quad (1)$$
$$\tau_x - i\tau_y = f'(z) = F(z), \qquad \tau_t + i\tau_n = \overline{F(z)}e^{-i\alpha}, \quad w = \frac{1}{\mu}Re\, f(z),$$

где μ -постоянная материала среды, *t*, *n*-натуральные координаты; $i = \sqrt{-1}$.

Считается, что из контуров круговых отверстий исходят симметричные прямолинейные зоны предразрушения, направленные коллинеарно по осям абсцисс и ординат неравной длины. В исследуемом случае возникновение зародышевых трещин в перфорированном теле представляет собой процесс перехода области предразрушения в область разорванных связей между поверхностями материала. При этом размер зоны предразрушения заранее неизвестен и должен быть определен в процессе решения задачи. При действии внешней нагрузки на перфорированное тело в связях, соединяющих берега зон предразрушения, возникают касательные напряжения $q_y(x)$ и $q_x(x)$ соответственно. Эти напряжения заранее неизвестны и подлежат определению из решения краевой задачи теории упругости по граничным условиям, выражающие отсутствие упругих смещений вдоль обвода круговых отверстий, и условиями на берегах зон предразрушения

$$w = 0, \quad \text{на контурах круговых отверстий} \tag{2}$$

$$\tau_y = q_y(x), \quad \text{на берегах зон предразрушения} \tag{3}$$

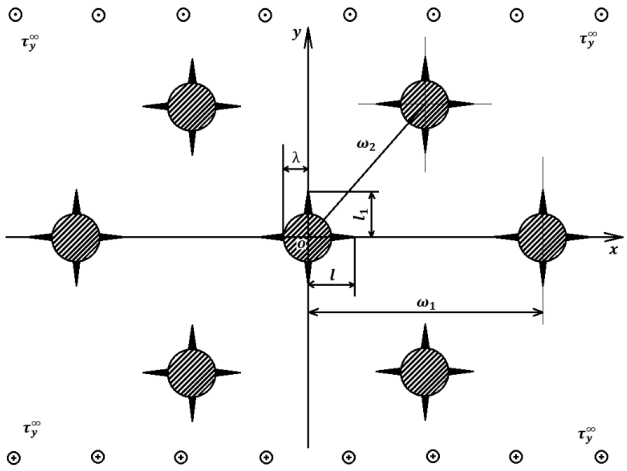


Рисунок 1. Расчетная схема задачи механики разрушения о трещинообразовании в перфорированном теле

Следует отметить, что в настоящее время актуальны [4, 5] двоякопериодические задачи механики разрушения. Постановка задачи о трещинообразовании существенно расширяет первоначальную концепцию А. Гриффитса, согласно которой в материале всегда имеется большое количество мельчайших трещин. Зарождение трещины под нагрузкой соответствует данным фрактографических наблюдений. По мере увеличения интенсивности внешней нагрузки возле отверстий возникают зоны предразрушения, которые моделируются областями с ослабленными межчастичными связями в материале. Взаимодействие берегов этих областей моделируется путем введения между берегами зоны предразрушения связей с заданной диаграммой деформирования. Физическая природа таких связей и размеры зон предразрушения зависят от вида материала. Так как указанные зоны (прослойки перенапряженного материала) малы по сравнению с остальной частью изотропной среды, ослабленной периодической системой круговых отверстий, их можно мысленно удалить, заменив разрезами, поверхности которых взаимодействуют между собой по некоторому закону, соответствующему действию удаленного материала [6, 7, 8].

При этом размер зоны предразрушения заранее неизвестен и подлежит определению.

На основании соотношений [1, 2] и граничных условий на контурах круговых отверстий и берегах прямолинейных зон предразрушения задача сводится к определению одной аналитической функции $F(z)$ из краевых условий:

$$F(\tau)e^{i\theta} - \overline{F(\tau)}e^{-i\theta} = 0, \tag{4}$$

$$F(x) - \overline{F(x)} = -2iq_y(x) \quad \text{на } L, \tag{5}$$

$$F(y) - \overline{F(y)} = -2iq_x(y) \quad \text{на } L_1,$$

где $\tau = \lambda e^{i\theta} + m\omega_1 + n\omega_2,\ m, n = 0, \pm1, \pm2, \ldots$; x и y – аффиксы точек берегов зон предразрушения, направленных по осям абсцисс и ординат, соответственно; θ – полярный угол.

Основные соотношения поставленной задачи необходимо дополнить соотношениями, связывающими сдвиг берегов зон предразрушения и усилия в связях.

Без потери общности эти соотношения представим в виде

$$w^+(x,\ 0) - w^-(x,\ 0) = C\big(x,\ q_y(x)\big)q_y(x) \tag{6}$$

$$w^+(0,\ y) - w^-(0,\ y) = C(y,\ q_x(y))q_x(y) \tag{7}$$

где функции $C\big(x,\ q_y(x)\big)$ и $C(y,\ q_x(y))$ можно рассматривать как эффективные податливости связей; $w^+ - w^-$ – сдвиг берегов зоны предразрушения.

Для определения предельной величины внешней нагрузки, при которой происходит зарождение трещины, постановку задачи необходимо дополнить условием (критерием) появления трещины (предельного сдвига межчастичных связей в материале).

В качестве такого условия примем критерий критического сдвига берегов зоны предразрушения

$$w^+ - w^- = \delta_c, \tag{8}$$

где δ_c – характеристика сопротивления материала перфорированного тела трещинообразованию.

Решение краевой задачи

Решение краевой задачи (4 – 5) будем искать в виде

$$F(z) = F_1(z) + F_2(z) + F_3(z), \tag{9}$$

$$F_1(z) = \tau_y^\infty + \sum_{k=0}^{\infty} \alpha_{2k+2} \frac{\lambda^{2k+2}\rho^{(2k)}(z)}{(2k+1)!}, \tag{10}$$

$$F_2(z) = \frac{1}{i\omega}\int_L g(t)ctg\frac{\pi}{\omega}(t-z)dt, \tag{11}$$

$$F_3(z) = \frac{1}{i\omega}\int_{L_1} g_1(t_1)ctg\frac{\pi}{\omega}(it_1 - z)dt_1, \tag{12}$$

где интегралы в формулах (11) и (12) берутся по линии $L = \{[-\ell,\ -\lambda] + [\lambda,\ \ell]\}$; $L_1 = \{[-\ell_1,\ -\lambda] + [\lambda,\ \ell_1]\}$, соответственно; $\rho(z) = \left(\frac{\pi}{\omega}\right)^2 \frac{1}{sin^2\frac{\pi z}{\omega}} - \frac{1}{3}\left(\frac{\pi}{\omega}\right)^2$; $g(t)$ и $g_1(t_1)$ – искомые функции, характеризующие сдвиг берегов при переходе через линию зоны предразрушения

$$g(x) = \frac{\mu}{2}\frac{d}{dx}[w^+(x,\ 0) - w^-(x,\ 0)] \text{ на } L, \tag{13}$$

$$g_1(y) = \frac{\mu}{2}\frac{d}{dy}[w^+(0,\ y) - w^-(0,\ y)] \text{ на } L_1.$$

Главный вектор всех усилий, действующих вдоль некоторой дуги AB, соединяющей конгруэнтные точки плоскости равен нулю. Главный вектор усилий, действующий на произвольную дугу в области S, занятой средой, определяется формулой

$$R = Im[f(z_B) - f(z_A)]; \qquad z_B = z + w; \quad z_A = z$$

Неизвестные функции $g(x)$ и $g_1(y)$, и искомые постоянные α_{2k} должна быть определена из краевых условий (4) – (5).

Для вывода уравнений относительно коэффициентов α_{2k} функции $F_1(z)$ преобразуем первое краевое условие (1.2) к виду

$$F_1(\tau)e^{i\theta} - \overline{F_1(\tau)}e^{-i\theta} = if_2(\theta), \tag{14}$$

где $$if_2(\theta) = -\left(F_2(\tau) + F_3(\tau)\right)e^{i\theta} + \left(\overline{F_2(\tau)} + \overline{F_3(\tau)}\right)e^{-i\theta}.$$

Для решения краевой задачи (14) применим метод степенных рядов. Относительно функции $if_2(\theta)$ будем считать, что она разлагается на контуре $|\tau| = \lambda$ в ряд Фурье.

На основании симметрии задачи этот ряд имеет вид

$$if_2(\theta) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} A_{2k+1}e^{(2k+1)i\theta}, \qquad Re\, A_{2k+1} = 0, \tag{15}$$

$$A_{2k+1} = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} if_2(\theta)e^{-(2k+1)i\theta}\, d\theta, \ (k = 0, \pm1, \pm2, \ldots).$$

Подставив в последнее соотношение (15) выражение для $if_2(\theta)$ и поменяв порядок интегрирования, после вычисления интегралов с помощью теории вычетов [9] найдем

$$A_{2k+1} = A'_{2k+1} + A''_{2k+1}, \tag{16}$$

$$A'_{2k+1} = -\frac{1}{i\omega}\int_L g(t)\, f_{2k+1}(t)dt,$$

$$A^{'}{}_{2k+1}\frac{1}{i\omega}\int_{L_1} g_1(t_1)\,{}_{2k+1}{}_{1_1},$$

где функции $f_{2k+1}(t)$, $\phi_{2k+1}(t_1)$ определяются соотношениями

$$f_{2k}(t) = \frac{\lambda^{2k}}{(2k)!}\gamma^{2k}(t) - \frac{\lambda^{2k+2}}{(2k+1)!}\gamma^{(2k+2)}(t), \quad \gamma(t) = ctg\frac{\pi}{\omega}t,$$

$$\phi_{2k+1}(it_1) = \frac{\lambda^{2k}}{(2k)!}\gamma_1^{2k}(it_1) - \frac{\lambda^{2k+2}}{(2k+1)!}\gamma_1^{(2k+2)}(it_1), \quad \gamma_1(it_1) = ctg\frac{\pi}{\omega}(it_1).$$

Подставив теперь в левую часть краевого условия (14) вместо $F_1(\tau)$, $\overline{F_1(\tau)}$ их разложения в ряды Лорана в окрестности нулевой точки $z = 0$, а в правую часть (15) вместо функции $if_2(\theta)$ ряд Фурье (16) и приравнивая коэффициенты при одинаковых степенях $exp(i\theta)$ в обеих частях, получим бесконечную систему алгебраических уравнений относительно коэффициентов α_{2j+2}

$$\sum_{j=0}^{\infty}\alpha_{2j+2}\lambda^{2j+2}r_{0,j} + \tau_y^{\infty} - \alpha_2 = A_1, \tag{17}$$

$$\sum_{j=0}^{\infty}\alpha_{2j+2}\lambda^{2j+2}r_{n,j}\lambda^{2n} - \alpha_{2n+2} = A_{2n+1},$$

Здесь $$r_{n,j} = \frac{(2n+2j+1)!}{(2n)!(2j+1)!}\frac{g_{n+j+1}}{2^{2n+2j+2}}, \ r_{0,0} = 0, \ g_j = 2\sum_{m=1}^{\infty}\frac{1}{m^{2j}}.$$

Требуя, чтобы функции (9) удовлетворяли краевому условию на берегах зоны предразрушения L, для определения неизвестной функции $g(x)$, характеризующей сдвиг смещений при переходе через линию L, получаем сингулярное интегральное уравнение

относительно функции $g(x)$:

$$\frac{1}{\pi}\int_L g(t)ctg\frac{\pi}{\omega}(t-x)dt - Im[F_*(x)] = q_y(x), \qquad \text{на } L, \tag{18}$$

$$F_*(x) = F_1(x) + F_3(x),$$

x – аффикс точек берегов зоны предразрушения L, направленной по оси абсцисс.

Аналогично, подставив (9)-(12) в краевое условие (5) на L_1, после некоторых преобразований получаем еще одно сингулярное интегральное уравнение относительно искомой функции $g_1(y)$:

$$\frac{1}{\pi}\int_{L_1} g_1(t)cth\frac{\pi}{\omega}(t-y)dt - Im[F_0(y)] = q_x(y) \quad \text{на } L_1, \tag{19}$$

$$F_0(y) = F_1(y) + F_2(y).$$

Система (17) алгебраических уравнений совместно с сингулярными интегральными уравнениями (18)-(19) являются основными разрешающими уравнениями задачи, позволяющими определить искомые функции $g(x)$, $g_1(y)$ и коэффициенты α_{2k}.

Система (17) содержит в правой части коэффициенты A_{2k+1}, зависящие от искомых функций $g(x)$, $g_1(y)$, согласно формулам (16), а интегральные уравнения содержат неизвестные коэффициенты α_{2k}.

Таким образом, алгебраическая система (17) и сингулярные интегральные уравнения (18)-(19) оказались связанными и должны решаться совместно. После определения функций $F_1(z)$, $g(x)$ и $g_1(y)$ можно найти напряженно-деформированное состояние перфорированного тела при наличии зон предразрушения.

Методика численного решения и анализ. Используя в основной полосе периодов разложение

$$\frac{\pi}{\omega}ctg\frac{\pi}{\omega}(z) = \frac{1}{z} - \sum_{j=1}^{\infty}\frac{g_{j+1}z^{2j+1}}{\omega^{2j+2}},$$

сингулярное интегральное уравнение (18) после некоторых преобразований можно привести к обычной форме

$$\frac{1}{\pi}\int_L \frac{g(t)}{t-x} + \frac{1}{\pi}\int_L g(t)K_0(t-x)dt - Im[F_*(x)] = q_y(x), \tag{20}$$

$$K_0(t) = -\sum_{j=1}^{\infty} g_{j+1}\frac{t^{2j+1}}{\omega^{2j+2}}.$$

Теперь, преобразуем интегральное уравнение (20) к виду, более удобному для нахождения его приближенного решения. Учитывая, что $g(x) = -g(-x)$ и используя замену переменных, уравнение (20) можно представить в следующем виде

$$\frac{2}{\pi}\int_{\lambda_1}^{1}\frac{\xi p(\xi)}{\xi^2-\xi_0^2}d\xi + \frac{1}{\pi}\int_{\lambda_1}^{1}K_0^0(\xi,\xi_0)p(\xi)d\xi = Im[F_*(\xi_0)] + q_y(\xi_0),$$

$$\xi_0 = \frac{x}{\ell}, \lambda_1 = \frac{\lambda}{\ell}, p(\xi) = g(t), \xi = \frac{t}{\ell}, \lambda_1 \le \xi_0 \le 1,$$

$$K_0^0(\xi,\xi_0) = K_0(\xi-\xi_0) + K_0(\xi+\xi_0).$$

Проведем еще одну замену переменных

$$\xi^2 = u = \frac{1-\lambda_1^2}{2}(\tau+1) + \lambda_1^2,$$

$$\xi_0^2 = u_0 = \frac{1-\lambda_1^2}{2}(\eta+1) + \lambda_1^2.$$

При такой замене переменных отрезок интегрирования перейдет в отрезок [–1, 1], а преобразованное интегральное уравнение (20) принимает стандартную форму

$$\frac{1}{\pi}\int_{-1}^{1}\frac{p(\tau)d\tau}{\tau-\eta} + \frac{1}{\pi}\int_{-1}^{1} p(\tau)B(\eta,\tau)d\tau = Im[F_*(\eta)] + q_y(\eta). \qquad (21)$$

Здесь

$$B(\eta,\tau) = -\frac{1-\lambda_1^2}{2}\sum_{j=0}^{\infty} g_{j+1}\left(\frac{\ell}{2}\right)^{2j+2}\cdot u_0^j A_j,$$

$$A_j = \left[(2j+1) + \frac{(2j+1)(2j)(2j-1)}{1\cdot 2\cdot 3}\left(\frac{u}{u_0}\right) + \cdots + \right.$$

$$\left. + \frac{(2j+1)(2j)(2j-1)\ldots[(2j+1)-(2j+1-1)]}{1\cdot 2\ldots(2j+1)}\cdot\left(\frac{u}{u_0}\right)^j\right].$$

Представим это решение в виде

$$p(\eta) = p_0(\eta)\sqrt{1-\eta^2},$$

где $p_0(\eta)$ – новая неизвестная регулярная функция.

Используя [16] квадратурные формулы, интегральное уравнение (21) можно свести к системе M+1 алгебраических уравнений

$$\sum_{m=1}^{M}\frac{p_0(\tau_m)}{M+1}\sin^2\frac{\pi m}{M+1}\left[\frac{1}{\tau_m-\eta_r} + B(\tau_m,\eta_r)\right] = \pi\left[H(\eta_r) + q_y(\eta_r)\right] \quad , \qquad (22)$$

$$(r = 1, 2, \ldots, M+1)$$

Здесь

$$\tau_m = \cos\frac{\pi m}{M+1} \quad (m = 1, 2, \ldots, M), \qquad H(\eta_r) = Im[F_*(\eta_r)],$$

$$\eta_r = \cos\frac{2r-1}{2(M+1)}\pi, \ (r = 1, 2, \ldots, M+1)\ .$$

Полученная алгебраическая система из M + 1 уравнений (22) для определения неизвестных $p_0(\tau_1)$, $p_0(\tau_2)$ …, $p_0(\tau_m)$ и $(\ell-\lambda)/\lambda$ удовлетворяет дополнительному условию, при котором существует решение в классе всюду ограниченных функций (см. [16]).

В правую часть системы (22) входят неизвестные значения напряжений $q_y(\eta_r)$ в узловых точках, принадлежащих зоне предразрушения L. Неизвестное напряжение в связях, возникающее на берегах зоны предразрушения L, определяется из дополнительного условия (6). Используя полученное решение, соотношение (6) можно записать в виде.

$$g(x) = \frac{\mu}{2}\frac{d}{dx}\left[C\left(x,\ q_y(x)\right)q_y(x)\right]. \qquad (23)$$

Это уравнение служит для определения усилий $q_y(x)$ в связях в зоне предразрушения L.

Соотношение (23) представим в виде

$$-\frac{2}{\mu}\int_{\ell}^{x} g(x)dx = C\big(x,\ q_y(x)\big)q_y(x). \qquad (24)$$

Перейдем теперь к второму сингулярному интегральному уравнению (19). Воспользовавшись разложением функции $cth\frac{\pi}{\omega}(z)$ и учитывая, что $g_1(y) = -g_1(-y)$, после замены переменных преобразуем уравнение (19) к виду, более удобному для нахождения его приближенного решения.

Повторяя изложенный способ, заменяем сингулярное интегральное уравнение (19) конечной системой линейных алгебраических уравнений относительно значений искомой функции $R_0(\eta)$:

$$\sum_{m=1}^{M}\frac{R_0(\tau_m)}{M+1}\sin^2\frac{\pi m}{M+1}\left[\frac{1}{\tau_m-\eta_r}+B_0(\tau_m,\eta_r)\right] = \pi[H_1(\eta_r)+q_x(\eta_r)], \qquad (26)$$

($r = 1, 2, \ldots, M + 1$),

Здесь

$$H_1(\eta_r) = Im[F_0(\eta_r)]$$

Система (26) из $M + 1$ уравнений, служащая для определения неизвестных $R_0(\tau_1)$, $R_0(\tau_2)$ …, $R_0(\tau_m)$ и $(\ell_1 - \lambda)/\lambda$ удовлетворяет дополнительному условию, при котором существует решение в классе всюду ограниченных функций [16].

Неизвестное напряжение в связях, возникающее на берегах зоны предразрушения L_1, определяются из дополнительного условия (7), записанного виде

$$g_1(y) = \frac{\mu}{2}\frac{d}{dy}[C(y,\ q_x(y))q_x(y)] \qquad (27)$$

Требуем выполнения условий (27) в узловых точках, принадлежащих зоне предразрушения $(\lambda,\ \ell_1)$. В результате получим алгебраическую систему из M уравнений для определения значений $q_x(\eta_m)$ ($m = 1, 2, \ldots, M$):

$$\begin{gathered} C_1R_0(\eta_1) = C\big(\eta_1,\ q_x(\eta_1)\big)\ q_x(\eta_1), \\ C_1\big(R_0(\eta_1)+R_0(\eta_2)\big) = C\big(\eta_2,\ q_x(\eta_2)\big)\ q_x(\eta_2), \\ C_1\sum_{m=1}^{M}R_0(\eta_m) = C\big(\eta_M,\ q_x(\eta_M)\big)\ q_x(\eta_M). \end{gathered} \qquad (28)$$

Здесь

$$C_1 = -2\pi(\ell_1 - \lambda)/(\mu M).$$

Остальные неизвестные входят в объединенную систему линейным образом. Значения ℓ_*, ℓ_{1*} и соответствующие значения остальных неизвестных не будут, вообще говоря, удовлетворять последним уравнением систем (22), (26). Поэтому подбирая значения параметров ℓ и ℓ_1, будем многократно повторять вычисления до тех пор, пока последние уравнения (22) и (26) не будут удовлетворяться с заданной точностью. В каждом приближении объединенная алгебраическая система решалась методом Гаусса с выбором главного элемента.

В случае нелинейного закона деформирования связей при определении усилий в зоне предразрушения используется итерационный метод, подобный методу упругих решений [18]. Считается, что закон деформирования межчастичных связей в зоне предразрушения линейный при$w^+ - w^- \le w_*$.

Первый шаг итерационного процесса счета состоит в решении системы уравнений для линейно-упругих связей. Следующие итерации выполняются только в случае, если на части зоны предразрушения имеет место неравенство $w^+ - w^- > w_*$. Для таких итераций решается система уравнений в каждом приближении для квазиупругих связей с изменяющейся вдоль берегов зоны предразрушения и зависящей от величины усилий в связях эффективной податливости, которая вычислена на предыдущем шаге расчета. Расчет эффективной податливости проводится подобно определению секущего модуля в методе переменных параметров упругости [19]. Процесс последовательных приближений заканчивается, когда усилия вдоль зоны предразрушения, полученные на двух последовательных итерациях, практически не различаются. Нелинейная часть кривой деформирования связей аппроксимировалась билинейной зависимостью [20], восходящий участок которой соответствовал деформированию связей с их максимальным усилием связей. При $w^+ - w^- > w_*$ закон деформирования описывался нелинейной зависимостью, определяемой точками $(w_*,\ \tau_*)$ и $(\delta_c,\ \tau_c)$, причем при $\tau_c \ge \tau_*$ имело место возрастающая линейная зависимость (линейное упрочнение, соответствующее упругопластической деформации связей). В численных расчетах полагалось $M = 30$, что соответствует разбиению интервала интегрирования на 30 чебышевских узлов. В результате численного расчета найдена зависимость длины зоны предразрушения, усилия в связях и раскрытие противоположенных берегов зоны предразрушения от параметра нагружения τ_y^∞.

На рис. 2 представлена зависимость относительной длины зоны предразрушения $d = (\ell - \lambda)/\lambda$ от безразмерного значения интенсивности нагружения τ_y^∞/τ_* для некоторых значений радиуса отверстий (кривые 1-4).

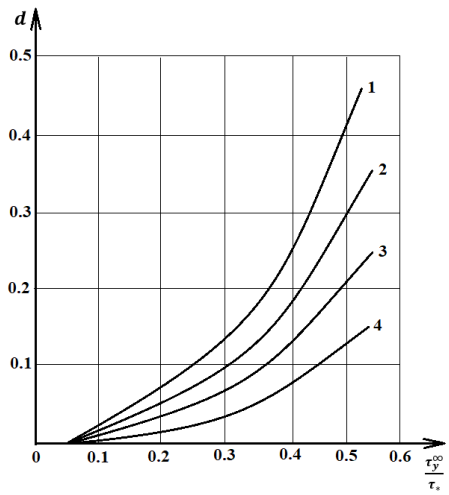


Рисунок 2. Зависимость относительной длины зоны предразрушения $d = (\ell - \lambda)/\lambda$ от безразмерного значения интенсивности нагружения τ_y^∞/τ_* для некоторых значений радиуса отверстий $\lambda = 0{,}2 \div 0{,}5$ (кривые 1-4)

На рис. 3 показана зависимость усилий в связях q_y/τ_y^{∞} от относительного размера d для различных значений радиуса отверстий: $\lambda = 0{,}2 \div 0{,}5$ (кривые 1-4).

Для определения предельно равновесного состояния зоны предразрушения, при котором появляется трещина, используется условие (8). Используя полученное решение, условиями, определяющими предельную внешнею нагрузку, при которой в точке $x = \pm\lambda$ или $y = \pm\lambda$ образуется трещина, являются следующие

$$C\big(\lambda, q_y(\lambda)\big)q_y(\lambda) = \delta_c,\ C(\lambda, q_x(\lambda))q_x(\lambda) = \delta_c. \qquad (29)$$

Выводы. Так как размеры зон предразрушения ℓ и ℓ_1 неизвестны, объединенная алгебраическая система уравнений (17), (22), (25), (26), (28) является нелинейной даже при линейных связях. Для ее решения используется метод последовательных приближений [17], суть которого состоит в следующем. Решаем объединенную алгебраическую систему при некоторых определенных значениях ℓ_* и ℓ_{1*} относительно остальных неизвестных.

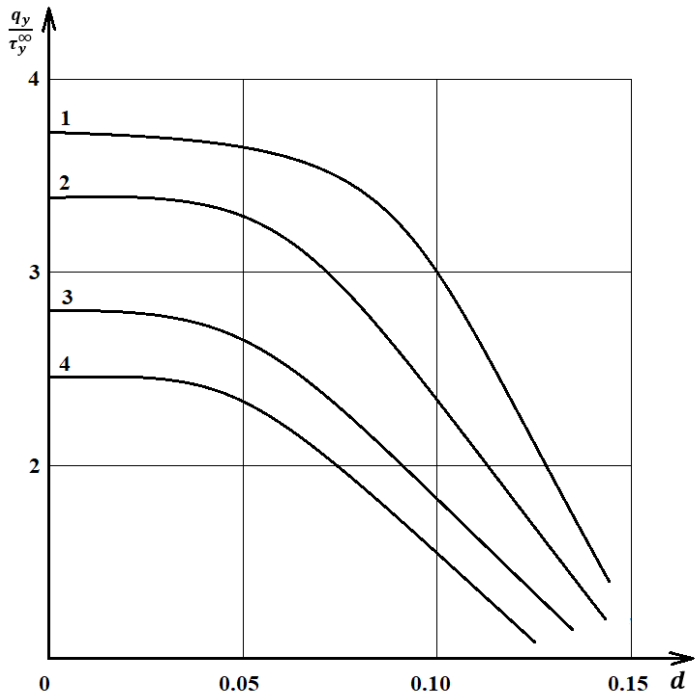


Рисунок 3. Зависимость распределения усилий в связях q_y/τ_y^{∞} от относительного размера зоны предразрушения для различных значений радиуса $\lambda = 0{,}2 \div 0{,}5$ (кривые 1-4)

Отметимь, что в перфорированном теле напряжения ограничены, решение сингулярного интегрального уравнения (21) следует искать в классе всюду ограниченных функций. Сингулярное интегральное уравнение обычно принято регуляризовать по Карлеману-Векуа путем сведения его к уравнению Фредгольма, а уже затем численно решается полученное

уравнение Фредгольма, сведенное предварительно к системе алгебраических уравнений. В рассматриваемой задаче, из-за того, что ядро и правая часть интегрального уравнения сложные, получение регулярного уравнения в явном виде затруднительно. В последние годы многие исследователи при решение задач, представляющих интерес для практики, отдают предпочтение прямым численным методам [10, 2, 11, 12, 13, 14, 15] решения, характерной чертой которых является непосредственное решение сингулярного интегрального уравнения.

Решение объединенной алгебраической системы (17), (22), (25), (26), (28), (29) позволяет определить критическое значение внешней нагрузки, размеры зон предразрушения и усилия в связях в состоянии предельного равновесия, при котором в перфорированном теле образуются трещины. Расчеты показывают, что трещины вначале появляются вдоль зон предразрушения по оси абсцисс.

Анализ предельно равновесного состояния перфорированного тела, при котором появляется трещина, сводится к параметрическому исследованию объединенной алгебраической системы (17), (22), (25), (26), (28) и критерия появления трещины (29) при различных законах деформирования связей, упругих постоянных материалов и геометрических характеристиках перфорированного тела. Непосредственно из решения полученных алгебраических систем определяются усилия в связях и сдвиг берегов зон предразрушения. Полученные соотношения позволяют исследовать трещинообразование в изотропном перфорированном теле при продольном сдвиге.

Литература

1. Ван Фо Фы Г.А. Теория армированных материалов. Киев: Наукова думка, 1971, 230 .
2. Мирсалимов В.М. Разрушение упругих и упругопластических тел с трещинами. – Баку: Элм, 1984, 124 с.
3. Trefftz E. Uber die Spaunungsverteilung in tordeerten staben bei teilweiser Ubercshreitng der Fliessqrauze. ZAMM, 1925, Bd. 5, H. 1.
4. Искендеров Р.А. Изгиб изотропной пластины, ослабленной периодической системой круговых отверстий и прямолинейными сквозными трещинами с пластическими концевыми зонами // Теоретическая и прикладная механика, 2012, №2, 109 – 114.
5. Искендеров Р.А. Упругопластическое разрушение изгибаемой пластины с периодической системой круговых отверстий // Материалы V Международной научно-техн. конф. «Деформация и разрушение материалов и наноматериалов – 2013», Москва, 2013.
6. Мирсалимов В.М. Зарождение дефекта типа трещины во втулке контактной пары // Математическое моделирование, т. 17, №2, 2005, 35 – 45.
7. Mirsalimov V.M. and Zolgharnein E. Cracks with interfacial bonds in the hub of a friction pair // Meccanica, 2012, vol. 47, No7. pp.1591 – 1600.
8. Sneddon I.M., Lawengrub M. Crack problems in the classical theory af a elasticity. N.Y., Wiley, 1969.
9. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Методы теории функций комплексного переменного. – С.: Наука, 1965, 716.
10. Каландия А.И. Математические методы двумерной упругости. М.: Наука, 1973, 304.
11. Мирсалимов В.М. Неодномерные упругопластические задачи. М.: Наука, 1987, 256.
12. Панасюк В.В., Саврук М.П., Дацышин А.П. Распределение напряжений около трещин

в пластинах и оболочках. Киев: Наукова думка, 1976, 443.
13. Саврук М.П. Двумерные задачи упругости для тел с трещинами. Киев: Наукова думка, 1981, 324.
14. Ladopoulos E.G. Singular Integral Equations, Linear and Non-Linear Theory and its Applications in Science and Engineering, Springer Verlag, New York, Berlin, pp.2000. 584.
15. Панасюк В.В., Саврук М.П., Дацышин А.П. Распределение напряжений около трещин в пластинах и оболочках. Киев, Наукова думка, 1976, 443.
16. Мирсалимов В.М. Неодномерные упругопластические задачи. М.: Наука, 1987, 256.
17. Ильюшин А.А. Пластичность. М.: ЛОГОС, 2004, 376 с.
18. Биргер И.А. Общие алгоритмы решения задач теорий упругости, пластичности и ползучести // Успехи механики деформируемых сред, М.: Наука, 1975, 51–73.
19. Гольдштейн Р.В., Перельмутер М.Н. Моделирование трещиностойкости композиционных материалов // Вычисл. механика сплошных сред. 2009, т. 2, 22 – 39.

Uzununa yerdəyişmə zamanı perforasıya olunmuş cisimdə çatəmələgəlməsi

[1]Mehtiyev Rəfail, [2]Cəfərova Səidə

[1]Azəbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
[2] Azərbaycan Texniki Universiteti
[1] fizika-riyaziyyat elmləri namizədi, dosent, Ümumi və tətbiqi riyaziyyat kafedrası, https://orcid.org/0000-0003-0810-6881, rafail60mehtiyev@mail.ru,
[2]texnika elmləri namizədi,dosent, Metallurgiya və materiallar texnologiyası kafedrası, https://orcid.org/0009-0007-1633-897X, saida.jafarova2011@gmail.com,

XÜLASƏ

Baxılan məsələdə qəbul edilir ki, zəifləmiş elastik mühit bircins elastik materialdan hazırlanmış liflərlə doldurulmuş dairəvi dəliklərin ikiperiodik sisteminə malikdir. Əlaqələndirici (mühüt) absis və ordinat oxlarına paralel yönəldilmiş iki cüt ikiperiodik sistemlər tərəfindən zəiflədilir və çatların ölçüləri eyni deyil (müxtəlifdir); Dairəvi deşiklər xaricində toxunan gərginliyin paylanması və uzununa uzununa yerdəyişmə çatların birləşməsi ilə bağlı problemlər sinfini təsvir edən ümumi anlayışlar müəyyən edilir. Sonlu zona modelində çatın həddi tarazlığının təhlili çat ucunun yayılması üçün qüvvə şərti və çatın sonlu zonasının kənarının yayılmasının təyini üçün deformasiya şərti ilə qeyri-lokal nasazlıq meyarı əsasında aparılır. Məsələnin həlli zamanı sərhəd şərti dairəvi deşiklərin konturu boyunca müəyyən edilir. Sərhəd şərti müəyyən edildikdən sonra dairəvi dəliklərin həlli üçün əsas tənliklərin sonsuz cəbri sistemləri əldə edilir. Sonra iki cüt, ikiperiodik düzxətli birləşmiş çatlar üçün sərhəd şərtləri təyin edilir və sonra sərhəd şərtini ödəməklə iki qeyri-xətti sinqulyar inteqro-diferensial tənliklər sistemi alınır. Delikli cisimdəki gərginliklər məhdud olduğundan, sinqulyar inteqral tənliyin həlli hər yerdə məhdud funksiyalar sinfində axtarılır. Sinqulyar inteqral tənliy adətən nizamlanır, onu Karleman-Vekuaya görə Fredholm tənliyinə gətirilir və yalnız bundan sonra əvvəllər cəbri tənliklər sisteminə endirilmiş Fredholm tənliyi ədədi yolla həll edilir. Baxılan məsələdə inteqral tənliyin nüvəsi və sağ tərəfi mürəkkəb olduğundan, açıq formada nizamlı tənliyi əldə etmək çətindir. İki qeyri-xətti sinqulyar inteqro-diferensial tənliklər sistemi kvadratik düsturlardan istifadə edərək sonlu cəbri tənliklər sisteminə endirilir. Alınan tənliklər sistemi birgə həll edilir. Hər bir yaxınlaşmada ortaya çıxan tənliklər, dəliklərin radiusundan asılı olaraq müxtəlif nəzərdə tutulan dəyərləri üçün əsas elementi seçməklə Gauss metodu ilə həll edilir. Son zonaların birləşmələrindəki qüvvələri və çatların

inkişafına səbəb olan son yükləri müəyyən etmək üçün hesablamalar aparılır.

Açar sözlər: izotrop elastik mühit, mütləq sərt daxilolmalar, antimüstəvi deformasiyası, dağılmadan əvvəlki zonanın kənarlarının kəsilməsi, çatəmələgəlmə, sinqulyar inteqral tənlik

CRACK FORMATION IN A PERFORATED BODY DURING LONGITUDINAL SHIFT

[1]Mehtiyev Rafail, [2]Jafarova Saida

[1]Azeriyajan State University of Oil and Industry
[2]Azerbaijan Technical University
[1]candidate of physical and mathematical sciences, associate professor, department of General and Applied Mathematics, https://orcid.org/0000-0003-0810-6881, rafail60mehtiyev@mail.ru
[2], Department of Metallurgy and materials technology, https://orcid.org/0000-0003-0810-6881, saida.jafarova2011@gmail.com

ABSTRACT

In the problem under consideration, it is assumed that the weakened elastic medium has a biperiodic system of round holes filled with fibers of a homogeneous elastic material. The binder (medium) is weakened by two pairs of biperiodic systems oriented parallel to the abscissa and ordinate axes, and the crack sizes are not the same (different); General concepts are defined that describe a class of problems associated with the distribution of tangential stresses outside round holes and the adhesion of longitudinal longitudinal displacement cracks. The analysis of the limit equilibrium of a crack in a finite zone model is carried out on the basis of a nonlocal fracture criterion with a force condition for crack tip propagation and a deformation condition determining the propagation of the edge of the finite zone of the crack. When solving the problem, the boundary condition is specified along the contour of the round holes. After determining the boundary condition, infinite algebraic systems of the main equations for solving round holes are obtained. Then the boundary conditions are determined for two pairs of two-periodic rectilinear coupled cracks, and then by satisfying the boundary condition, two systems of nonlinear singular integro-differential equations are obtained. Since the stresses in the perforated body are limited, the solution of the singular integral equation is sought everywhere in a limited class of functions. The singular integral equation is usually regularized, reduced to the Fredholm equation according to Carleman-Weke, and only then the Fredholm equation, previously reduced to a system of algebraic equations, is solved numerically. Since the kernel and the right-hand side of the integral equation in the problem under consideration are complex, it is difficult to obtain a regular equation in open form. Two systems of nonlinear singular integro-differential equations are reduced to a system of finite algebraic equations using quadratic formulas. The resulting system of equations is solved jointly. The resulting equations are solved in each approximation by the Gauss method by selecting the main element for different assumed values depending on the radius of the holes. Calculations are made to determine the forces at the joints of the end zones and the end loads that lead to the development of cracks.

Keywords: isotropic elastic medium, absolutely rigid inclusions, antiplane deformation, shift of pre-fracture zone edges, crack formation, singular integral equation

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0505

RESEARCH OF FUNCTIONAL AND ERGONOMIC PROPERTIES OF POLYMER BUILDING MATERIALS

Tofig Osmanov[1], Mammadtagili Farhad[2]
[1,2] Azerbaijan State University of Economics (UNEC)
[1,2] "Economics and Technological Sciences" department
[1] Associate Professor, Ph.D in Engineering, tofiq.osmanov@unec.edu.az
[2] Master student, mammadtagliferhad2002@gmail.com

Abstract
This article is devoted to the study of the functional and ergonomic properties of polymer building materials and the importance of these materials in the modern construction industry. Polymers are important materials with various application areas in the construction industry. The properties of these materials, including lightness, elasticity, providing heat and sound insulation, high mechanical strength and corrosion resistance, increase the speed of construction work and reduce operating costs. Polymers also provide longer-term durability, which allows for a long service life of construction objects. The article analyzes how such advantages of polymer materials positively affect the development of the construction industry and discusses potential opportunities for wider application of these materials.
The current state of the production of polymer building materials in our republic is also presented in detail in this study. In recent years, significant progress has been made in the production of polymer materials in Azerbaijan. Modern production technologies and improved production processes applied by local manufacturers have improved the quality of polymer materials and allowed them to offer more competitive products to the market. The development of this field has increased the use of polymer building materials in both domestic and foreign markets. Also, innovations in the field of improving the range of polymer materials and the production of new products play an important role in meeting the higher technological requirements of the construction sector.
The development prospects of polymer construction materials emphasize the prospects for the production and use of new types of materials. In particular, developments in the production of recyclable and bio-based products from polymers pave the way for the implementation of more environmentally sustainable and energy-efficient solutions in the construction sector. The use of polymer materials also contributes to the comfort and safety of workers in the construction process. Ergonomically, these materials, as they are lightweight and easy to handle, reduce the physical load of the workforce and increase the safety of the overall working environment.
The environmental advantages of polymer materials are also in the spotlight. Less energy is consumed during their production and application, and these materials can also be recycled, which provides more environmentally sustainable construction solutions. Polymer materials also facilitate the more efficient use of resources in the construction sector, as they are produced with less raw materials and energy. These properties make polymer materials very valuable in the field of "green construction" and provide suitable solutions for projects aimed at protecting the environment.

The results of the article show that the functional and ergonomic properties of polymer construction materials help solve various problems in the construction field. The use of these materials not only increases the speed and quality of construction work, but also ensures worker safety and comfort, while also allowing for environmental protection and increasing energy efficiency.
Improving the production and range of polymer materials in Azerbaijan creates wider application opportunities in both local and international markets. This study provides substantive proposals for the development of the use of polymer materials and the introduction of more efficient and sustainable solutions in the construction field. The wider application of polymer construction materials can open new perspectives in the construction field and contribute to the future development of the construction industry.
Keywords: Polymer construction materials, functional properties, ergonomic indicators, polyvinyl chloride (PVC), durability.

POLİMER İNŞAAT MATERİALLARININ FUNKSİONAL VƏ ERQONOMİK XASSƏLƏRİNİN TƏDQİQİ

Tofiq Osmanov[1], Məmmədtağılı Fərhad[2]
[1,2] Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti
[1,2] "İqtisadi və texnoloji elmlər" kafedrası
[1] dosent, texniki elmlər namizədi, tofiq.osmanov@unec.edu.az
[2] magistr, mammadtagliferhad2002@gmail.com

Xülasə
Bu məqalə, polimer inşaat materiallarının funksional və erqonomik xüsusiyyətlərinin tədqiqinə və bu materialların müasir tikinti sahəsindəki əhəmiyyətinə həsr olunmuşdur. Polimerlər inşaat sənayesində müxtəlif tətbiq sahələrinə malik olan mühüm materiallardır. Bu materialların xüsusiyyətləri, o cümlədən yüngüllük, elastiklik, istilik və səs izolyasiyası təmin etmə, yüksək mexaniki dayanıqlılıq və korroziyaya qarşı müqavimət, tikinti işlərinin sürətini artırır və əməliyyat xərclərini azaldır. Polimerlər həmçinin daha uzunmüddətli davamlılıq təmin edir, bu da inşaat obyektlərinin uzun ömürlü olmasına imkan verir. Məqalədə, polimer materiallarının bu cür üstünlükləri tikinti sahəsinin inkişafına necə müsbət təsir etdiyi təhlil edilir və bu materialların daha geniş tətbiqi üçün potensial imkanlar müzakirə olunur.
Respublikamızda polimer inşaat materiallarının istehsalının müasir vəziyyəti də bu tədqiqatda ətraflı şəkildə təqdim edilir. Son illərdə Azərbaycanda polimer materiallar istehsalında əhəmiyyətli irəliləyişlər olmuşdur. Yerli istehsalçıların tətbiq etdiyi müasir istehsal texnologiyaları və təkmilləşdirilmiş istehsal prosesləri polimer materialların keyfiyyətini yüksəltmiş və bazara daha rəqabətədavamlı məhsullar təqdim etməyə imkan vermişdir. Bu sahənin inkişafı həm daxili, həm də xarici bazarlarda polimer inşaat materiallarının istifadəsini artırmışdır. Həmçinin, polimer materialların çeşidinin təkmilləşdirilməsi və yeni məhsulların istehsalı sahəsindəki yeniliklər, inşaat sektorunun daha yüksək texnoloji tələblərinə cavab verməkdə mühüm rol oynayır.
Polimer inşaat materiallarının inkişaf perspektivləri mövzusunda, yeni material növlərinin istehsalının və istifadəsinin perspektivləri vurğulanır. Xüsusilə, polimerlərdən təkrar emal olunabilən və bio-əsaslı məhsulların istehsalı sahəsindəki inkişaflar inşaat sektorunda daha ekoloji cəhətdən dayanıqlı və enerji səmərəli həllərin tətbiqinə yol açır. Polimer materiallarının istifadəsi həm də tikinti prosesində işçilərin rahatlığına və təhlükəsizliyinə töhfə verir.

Erqonomik cəhətdən, bu materiallar yüngül və asan işlənə bilən olduqlarından, işçi qüvvəsinin fiziki yükünü azaldır və ümumi iş mühitinin təhlükəsizliyini artırır.
Polimer materialların ekoloji üstünlükləri də diqqət mərkəzindədir. Onların istehsalı və tətbiqi zamanı daha az enerji sərf olunur, həmçinin bu materiallar təkrar emal edilə bilirlər ki, bu da ekoloji cəhətdən daha dayanıqlı tikinti həlləri təqdim edir.
Polimer materiallar həmçinin tikinti sahəsində resursların daha səmərəli istifadəsinə şərait yaradır, çünki onlar daha az xammal və enerjiylə istehsal olunur. Bu xüsusiyyətlər, polimer materialları "yaşıl tikinti" sahəsində çox qiymətli edir və ətraf mühitin qorunmasına yönəlmiş layihələr üçün uyğun həllər təqdim edir.
Məqalənin nəticələri göstərir ki, polimer inşaat materiallarının funksional və erqonomik xüsusiyyətləri inşaat sahəsindəki müxtəlif problemlərin həllinə kömək edir. Bu materialların istifadəsi yalnız tikinti işlərinin sürətini və keyfiyyətini artırmır, həm də işçi təhlükəsizliyini və rahatlığını təmin edir, eyni zamanda ətraf mühitin qorunmasına və enerji səmərəliliyinin artırılmasına imkan verir. Azərbaycanda polimer materialların istehsalının və çeşidinin təkmilləşdirilməsi, həm yerli, həm də beynəlxalq bazarlarda daha geniş tətbiq imkanları yaradır. Bu tədqiqat, polimer materiallarının istifadəsinin inkişaf etdirilməsinə və tikinti sahəsində daha səmərəli və davamlı həllərin təqdim edilməsinə dair əsaslı təkliflər təqdim edir. Polimer inşaat materiallarının daha geniş tətbiqi, inşaat sahəsində yeni perspektivlər açar və tikinti sənayesinin gələcək inkişafına töhfə verə bilər.

Açar sözlər: Polimer inşaat materialları, funksional xüsusiyyətlər, erqonomik göstəricilər, polivinilxlorid (PVC), davamlılıq.

Giriş

Polimer inşaat materialları müasir tikinti sənayesində getdikcə daha geniş yer almaqdadır. Bu materiallar funksional və erqonomik xüsusiyyətlərinə görə ənənəvi tikinti materiallarından fərqlənir və üstün cəhətləri ilə seçilir. Polimerlər əsasən sintetik və təbii polimerlərin müxtəlif kombinasiyalarından əldə edilən materiallar olub, inşaatda istifadə olunan kompozitlər, plastiklər, izolyasiya örtükləri və digər məhsulların tərkibini təşkil edir. Müasir dövrdə tikinti materiallarına olan tələbat dəyişmiş, yüngüllük, dayanıqlılıq, davamlılıq və ekoloji uyğunluq kimi meyarlar daha böyük əhəmiyyət qazanmışdır. Bu baxımdan, polimer əsaslı materialların xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi və onların tətbiq sahələrinin genişləndirilməsi mühüm elmi və praktiki əhəmiyyət daşıyır.
Polimer inşaat materiallarının əsas funksional xüsusiyyətlərindən biri onların yüksək möhkəmliyə malik olmasıdır. Ənənəvi materiallarla müqayisədə polimer əsaslı məhsullar daha yüngül, lakin eyni zamanda yüksək mexaniki davamlılıq nümayiş etdirir. Məsələn, karbon lifləri və şüşə liflərdən ibarət olan polimer kompozitlər metal və beton kimi materialları əvəz edə bilir. Bu cür materiallar yüngüllüyü sayəsində tikinti prosesində yükü azaldır və inşaatın daha sürətli aparılmasına imkan yaradır. Bundan əlavə, polimer əsaslı məhsullar istismar müddəti baxımından da səmərəlidir. Metallarla müqayisədə paslanmaya davamlıdır və uzunmüddətli istifadə zamanı kimyəvi təsirlərə qarşı yüksək müqavimət göstərir.
Polimer materialların tikintidə istifadəsinin digər mühüm cəhəti onların istilik və səs izolyasiya xüsusiyyətləridir. Bu xüsusiyyət polimer köpüklər, poliuretan əsaslı izolyasiya sistemləri və xüsusi örtüklər vasitəsilə təmin olunur. İstilik izolyasiyası enerjiyə qənaət etməyə kömək edir və bu, xüsusilə soyuq iqlim şəraitində vacibdir. Müasir binalarda enerjiyə qənaət tələbləri

artdığından, polimer əsaslı izolyasiya materialları geniş yayılmışdır. Digər tərəfdən, səs izolyasiyası üçün də polimer əsaslı materiallar mühüm rol oynayır. Akustik panellər, xüsusi polimer tərkibli divar örtükləri və səs udma xüsusiyyətinə malik kompozitlər ofis binalarında, konsert zallarında və digər ictimai obyektlərdə uğurla tətbiq olunur.

Polimer əsaslı inşaat materialları kimyəvi və aqressiv mühitlərə qarşı da yüksək davamlılıq nümayiş etdirir. Beton və metal konstruksiyalar tez-tez turşular, qələvilər və digər kimyəvi maddələrin təsirinə məruz qalaraq zədələnə bilər. Bunun əksinə olaraq, polimer əsaslı materiallar kimyəvi təsirlərə qarşı daha dözümlüdür və belə şəraitlərdə uzunmüddətli istifadə imkanı yaradır. Bu xüsusiyyət onları xüsusilə sənaye obyektlərində və çirkab suların təmizlənməsi sistemlərində istifadəyə yararlı edir.

Polimer tikinti materiallarının erqonomik xüsusiyyətlərinə gəldikdə, onlar istifadə rahatlığı, təhlükəsizlik və dizayn çevikliyi baxımından üstünlüklərə malikdir. Bir çox polimer materialları yüngül olduğu üçün onların daşınması və montajı daha asandır. Tikinti işçiləri üçün bu, fiziki yükün azalması və iş prosesinin sürətlənməsi deməkdir. Həmçinin polimer əsaslı tikinti elementlərinin modulluğu və çevikliyi onların müxtəlif ölçü və formalarda istehsalına imkan yaradır ki, bu da layihələndirmə prosesində mühəndislərə daha geniş imkanlar təqdim edir.

Təhlükəsizlik baxımından da polimer inşaat materialları bir sıra üstünlüklərə malikdir. Müasir polimer əsaslı məhsulların bir çoxu yanğına qarşı davamlı xüsusiyyətlərə malikdir və xüsusi əlavələr sayəsində onların alovlanma ehtimalı azaldılmışdır. Bundan əlavə, toksik maddələr buraxmayan və insan sağlamlığı üçün təhlükəsiz olan polimer əsaslı tikinti materialları istehsal olunmaqdadır ki, bu da ekoloji baxımdan mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Dizayn baxımından polimer inşaat materiallarının müxtəlif rənglərdə, teksturalarda və formalarda istehsal olunması onları interyer və eksteryer dizaynında geniş istifadə edilən elementlərə çevirir. Müasir memarlıqda estetik tələblər artır və polimer əsaslı fasad panelləri, döşəmə örtükləri və dekorativ elementlər müxtəlif layihələrdə istifadə edilir. Polimerlər həmçinin müasir şüşə əvəzedicisi kimi istifadə olunur, məsələn, polikarbonat panellər şəffaflığı qoruyaraq eyni zamanda yüksək möhkəmlik və zərbəyə davamlılıq xüsusiyyəti təmin edir.

Polimer inşaat materiallarının tətbiq sahələri olduqca genişdir. Onlar yaşayış və kommersiya binalarında, sənaye obyektlərində, yol və körpü tikintisində, aqrar sektorda və digər sahələrdə istifadə olunur. Məsələn, PVC pəncərələr, qapılar və polikarbonat örtüklər yaşayış və iş yerlərində geniş yayılmışdır. Sənaye obyektlərində isə kimyəvi maddələrə və yüksək temperatura davamlı polimerlər istifadə edilir. Yol və körpü tikintisində polimer əsaslı asfalt qatqıları və xüsusi qoruyucu örtüklər yol səthinin dayanıqlığını artırmaq məqsədilə tətbiq edilir.

Ümumilikdə polimer inşaat materiallarının funksional və erqonomik xüsusiyyətlərinin tədqiqi onların müasir inşaat sahəsində nə qədər əhəmiyyətli olduğunu göstərir. Bu materiallar ənənəvi tikinti materiallarını tədricən əvəz etməklə tikinti prosesini daha səmərəli və ekoloji cəhətdən təhlükəsiz edir. Polimerlərin istifadəsinin genişlənməsi həm tikinti sahəsində yeniliklərə, həm də ətraf mühitin qorunmasına töhfə verir. Gələcəkdə polimer inşaat materiallarının istehsalında daha innovativ texnologiyaların tətbiqi, ekoloji dayanıqlılığın artırılması və səmərəliliyin daha da yüksəldilməsi bu sahənin inkişaf perspektivlərini genişləndirəcəkdir. Bu tədqiqat polimer əsaslı tikinti materiallarının imkanlarını və üstünlüklərini daha dərindən anlamaq üçün əsas mənbə rolunu oynayır.

Ədəbiyyat

1. V.Mittal (2020) – Polymer Nanocomposites: Processing, Characterization, and Applications. Wiley.
2. H.R.Əliyev (2019) - Polimer kompozit materiallarının inşaatda tətbiqi və üstünlükləri.
3. F.A.Məmmədov (2020) - Azərbaycanın inşaat sektorunda polimer materiallarının inkişaf perspektivləri.
4. M.T.Quliyev (2021) - Polimer əsaslı tikinti materiallarının funksional xüsusiyyətləri.
5. Ş.E.Hüseynov (2018) - Erqonomik tikinti materiallarının Azərbaycanda tətbiqi.–
6. Q.V.İsmayılov (2022) - Polimer inşaat materiallarının istehsal texnologiyası və tətbiqi.
7. В.Л. Сидоров (2018) - Эргономические аспекты применения полимеров в строительстве. –
8. Н.А. Кузнецов (2021) - Полимеры и их роль в строительных материалах нового поколения. –
9. П.И.Николаев (2022) - Современные полимерные материалы и их переработка.
10. A.Məmmədov (2019) - Polimer əsaslı tikinti materiallarının erqonomik və ekoloji aspektləri.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ И ЭРГОНОМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Тофик Османов[1], Маммадтагили Фархад[2]

[1,2]Азербайджанский Государственный Экономический Университет,
[1,2] Кафедра "Экономических и технологических наук",
[1]Доцент, философии по техническим наукам, tofiq.osmanov@unec.edu.az
[2] Магистрант, mammadtagliferhad2002@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Статья посвящена изучению функциональных и эргономических свойств полимерных строительных материалов и значения этих материалов в современном строительстве. Полимеры являются важными материалами, имеющими разнообразное применение в строительной отрасли. Свойства этих материалов, в том числе легкость, гибкость, тепло- и звукоизоляция, высокая механическая прочность и коррозионная стойкость, увеличивают скорость строительных работ и снижают эксплуатационные расходы. Полимеры также обеспечивают более длительный срок службы, позволяя строительным проектам служить дольше. В статье анализируется, как такие преимущества полимерных материалов оказывают положительное влияние на развитие строительной отрасли, а также обсуждаются потенциальные возможности более широкого применения этих материалов.

В исследовании также подробно представлено современное состояние производства полимерных строительных материалов в нашей республике. За последние годы в Азербайджане достигнуты значительные успехи в производстве полимерных материалов. Современные технологии производства и усовершенствованные производственные процессы, применяемые местными производителями, повысили качество полимерных материалов и позволили предложить рынку более конкурентоспособную продукцию. Развитие этой отрасли привело к увеличению использования полимерных строительных материалов как на внутреннем, так и на внешнем рынках. Также важную роль в удовлетворении более высоких технологических требований строительной отрасли играют инновации в области совершенствования ассортимента полимерных материалов и

производства новых видов продукции.

В теме перспектив развития полимерных строительных материалов акцентируется внимание на перспективах производства и использования новых видов материалов. В частности, разработки в области производства перерабатываемых и биоматериалов из полимеров открывают путь к более экологически устойчивым и энергоэффективным решениям в строительном секторе. Использование полимерных материалов также способствует комфорту и безопасности рабочих в процессе строительства. С точки зрения эргономики эти материалы снижают физическую нагрузку на персонал и повышают безопасность рабочей среды в целом, поскольку они легкие и просты в обращении. В центре внимания также находятся экологические преимущества полимерных материалов.

При их производстве и применении потребляется меньше энергии, и эти материалы также могут быть переработаны, что обеспечивает более экологически устойчивые строительные решения. Полимерные материалы также позволяют более эффективно использовать ресурсы в строительстве, поскольку для их производства требуется меньше сырья и энергии. Эти свойства делают полимерные материалы очень ценными в области «зеленого строительства» и обеспечивают подходящие решения для проектов, направленных на защиту окружающей среды.

Результаты статьи показывают, что функциональные и эргономические свойства полимерных строительных материалов помогают решать различные задачи в сфере строительства. Использование этих материалов не только повышает скорость и качество строительных работ, но и обеспечивает безопасность и комфорт рабочих, а также позволяет обеспечить защиту окружающей среды и повысить энергоэффективность. Улучшение производства и ассортимента полимерных материалов в Азербайджане создает более широкие возможности их применения как на местном, так и на международном рынках. В исследовании представлены обоснованные предложения по расширению использования полимерных материалов и предоставлению более эффективных и устойчивых решений в строительном секторе. Более широкое применение полимерных строительных материалов открывает новые перспективы в области строительства и может способствовать дальнейшему развитию строительной отрасли.

Ключевые слова: Полимерные строительные материалы, функциональные свойства, эргономические показатели, поливинилхлорид (ПВХ), долговечность.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0511

MALEİN ANHİDRİDİ-STİROL BİRGƏ POLİMERİNİN BUTADİEN NİTRİL KAUÇUKU İLƏ BİNAR QARIŞIĞININ REOLOJİ XASSƏLƏRİNİN TƏYİNİ

İbrahim Mövlayev[1], Rəsmiyyə Məmmədova[2], Səma Məstəliyeva[3], Konül Abbasova[4], Günel Əzizova[5]

[1,2, 3,4,5]Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan
[2]resmiyye.mammadova.e@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0009-0007-8698-8302
[3]http://orcid.org/0009-0006-6915-7761
[4] abbasova.konul@mail.ru.http://orcid.org/0000-0001-8327-0791
[5]gunel.azizova@asoiu.edu.az. http://orcid.org/0000-0003-1913

XÜLASƏ

Bu tədqiqatda malein anhidridi-stirol birgə polimerinin butadien nitril kauçuku ilə binar birləşməsinin reoloji və kimyəvi xüsusiyyətləri təhlil edilmişdir. Məqsəd, bu birləşmənin fiziki-kimyəvi xassələrininı öyrənmək və sənaye sahələrində tətbiq üçün yararlılığını qiymətləndirməkdir. Tədqiqat işini aparmaq üçün malein anidridi stirol birgə polimeri (MA-St) 2:1 nisbətində məlum metodikadan [1] istifadə etməklə sintez edilmişdir. Butadien nitril kauçukunu sabit 100 k.h., MA-St birgə polimerini isə 2, 4, 6, 8 k.h. götürmklə binar qarışıqlar hazırlanmışdır. Hazırlanmış binar qarışıqların reoloji xassələrini öyrənmək üçün İİRT-4 cihazından istifadə edilmişdir.Reoloji təhlillər əsasında, materialın axıcılıq xüsusiyyətləri müxtəlif temperatur və yüklərdə öyrənilmişdir. Bu məqsədlə 4 fərqli temperatur yəni 105°C, 115-120°C, 155°C, 175-180°C və 4 fərqli yük 11,45 kq, 20,85 kq, 26,85 kq, 34,85 kq altında tədqiqat aparılmış, nəticədə materialın güc, həcmi sərf və axıcılıq sürəti təyin edilmişdir. Nəticələr göstərir ki, özlülük və dartılma xüsusiyyətləri materialın davranışına əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir və hər iki parametrlə bağlı optimal şəraitlər müəyyən edilmişdir. Alınan məlumatlar, birgə polimerin butadien nitril kauçukunun reoloji xassələrinə təsirini və sənaye sahəsində tətbiqlərində daha effektli istifadə olunması üçün əhəmiyyətli ipucları təqdim edir.

Açar sözlər: *malein anhidridi-stirol birgə polimeri, butadien nitril kauçuku, reoloji xassə,axıcılıq*

GİRİŞ

Müasir sənayedə polimer materiallara olan tələbatın artması onların reoloji və kimyəvi xassələrinin tədqiqini daha da aktuallaşdırmışdır. Polimerlərin qarışdırılması və modifikasiyası nəticəsində yeni materialların alınması onların mexaniki dayanıqlığını, istilik müqavimətini və elastikliyini artırmağa imkan verir [2,4]. Bu istiqamətdə, malein anhidridi-stirol birgə polimerinin butadien nitril kauçuku ilə binar qarışığının öyrənilməsi mühüm elmi və praktiki əhəmiyyət kəsb edir. Polimerlərin reoloji xüsusiyyətləri onların axıcılıq və deformasiya davranışını müəyyən edən mühüm göstəricilərdir [3]. Bu xüsusiyyətlər, materialın tətbiq sahəsini və emal prosesini birbaşa təsir edir.

Malein anhidridi və stirol əsaslı sopolimerlər sənayedə geniş tətbiq olunan mühüm polimer

materiallarıdır. Bu polimerlər qazma mayelərinin stabilizatoru, boya və örtük sənayesində film formalaşdırıcı, tullantı sularının təmizlənməsində flokulant və digər məqsədlər üçün istifadə edilir [5, 13-15]. Butadien nitril kauçuku isə yüksək elastiklik və kimyəvi davamlılıq xüsusiyyətlərinə malikdir. Bu xüsusiyyətlərinə görə mühəndislik sahələrində, avtomobil və neft sənayesində istifadə olunur[7-12]. Malein anhidridi-stirol birgə polimerinin butadien nitril kauçuku ilə qarışdırılması nəticəsində yüksək elastikliyə və eyni zamanda mexaniki dayanıqlığa malik yeni materiallar əldə etmək mümkündür.

Bu məqalədə reoloji xassələrin öyrənilməsi üçün müxtəlif metodlar tətbiq olunur və müxtəlif temperatur və təzyiq şəraitlərində polimer qarışıqlarının davranışı analiz edilir. Bu analizlər nəticəsində qarışıqların axıcılıq qabiliyyəti, viskozite dərəcəsi və struktur sabitliyi müəyyən olunur.

Alınan nəticələr yeni polimer kompozitlərinin işlənib hazırlanması və sənaye tətbiqlərinin genişləndirilməsi üçün mühüm elmi əsaslar təqdim edir.

Məqsəd

Problemin aktuallığı və əlaqəli tədqiqatlar

Müasir sənayenin inkişafı ilə polimer materiallara olan tələbat artmaqdadır. Xüsusilə, malein anhidridi-stirol birgə polimerlərinin butadien nitril kauçuku ilə qarışığı sənaye və mühəndislik sahələrində böyük maraq doğurur. Bu tip polimer kompozitlərinin hazırlanması materialların mexaniki dayanıqlığını, kimyəvi müqavimətini və istilik stabilliyini artırmaq baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Sənayedə istifadə olunan polimer qarışıqlarının reoloji və kimyəvi xassələrinin öyrənilməsi, onların tətbiq sahələrinin genişləndirilməsi üçün vacibdir. Lakin polimerlərin uyğunlaşdırılması və onların birgə polimerləşmə mexanizmlərinin tədqiqi sahəsində hələ də bir sıra problemlər mövcuddur. Xüsusilə, polimer qarışıqlarının faza sabitliyi, homogenliyi və mexaniki xüsusiyyətləri kimi məsələlərin daha dərindən araşdırılması tələb olunur.

Bundan əlavə, ekstraksiya üsulları vasitəsilə polimer qarışıqlarının tərkibindəki komponentlərin müəyyən edilməsi və onların kimyəvi xassələrinin daha dəqiq təhlili elmi və praktiki baxımdan böyük əhəmiyyət kəsb edir. Polimerlərin sənaye tətbiqlərinin artırılması üçün onların axıcılıq, viskozite, istilik müqaviməti və deformasiya xassələrinin dərindən tədqiq edilməsi vacibdir.

Bu tədqiqatın aktuallığı ondadır ki, malein anhidridi-stirol və butadien nitril kauçuku qarışıqlarının reoloji və kimyəvi xassələrinin öyrənilməsi yeni və təkmilləşdirilmiş polimer kompozitlərinin yaradılmasına imkan verəcək. Nəticədə, əldə edilən materiallar neft sənayesi, avtomobil istehsalı, izolyasiya sistemləri və digər mühəndislik sahələrində geniş tətbiq oluna bilər.

Bu tədqiqatın əsas məqsədi malein anhidridi-stirol birgə polimerinin butadien nitril kauçuku ilə qarışığının reoloji xassələrinin tədqiqidir. Bu məqsədə çatmaq üçün müxtəlif temperatur və təzyiq şəraitlərində polimer qarışıqlarının axıcılığı, viskozitesi və struktur stabilliyi təhlil edilmişdir. Bu tədqiqatın nəticələri polimer sənayesi, mühəndislik və material elmləri sahəsində yeni imkanlar yarada bilər. Xüsusilə, yüksək mexaniki möhkəmliyə və kimyəvi stabilliyə malik yeni polimer kompozitlərinin hazırlanması sənayedə innovativ tətbiqlərə yol aça bilər.

Metodlar

MA - ST birgə polimerinin butadien nitril kauçuku ilə binar qarışığının axıcılıq

göstəricilərinin təyin olunması

Əvvəlcə tədqiqatı apararkən malein anhidridi-stirol birgə polimeri sintez olunmuş və qurutdüqdan sonra üyüdücü cihazda əzilərək toz halına salınır. Sonra isə malein anhidridi-stirol birgə polimeri və butadien nitril kauçuku reseptə əsasən müəyyən nisbətlərdə qarışdırılır. Bu nisbətlər Cədvəl 1-də göstərilmişdir.

Cədvəl 1: Malein anhidridi-stirol birgə polimerinin və butadien nitril kauçukunun bınar qarışığın resepti

1	**SKN**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**
2	MA-ST	-----	2	4	6	8

Cədvələ əsasən deyə bilərik ki, butadien nitril kauçukunun100 k.h.-nə malein anhidridi-stirol birgə polimeri 2, 4, 6, 8 k.h. miqdarda götürülmüşdür. Binar qarışığı hazırlamaq üçün laboratoriya vərdənəsindən istifadə edilmişdir. Hazırlanmış binar qarışıqlar reoloji xassələri öyrənmək məqsədi ilə İİRT-4 cihazında tədqiq edilmişdir. Reoloji xassələr müxtəlif temperaturlar və yüklərin təsiri altında tədqiq olunmuşdur. Bu tədqiqat işində seçdiyimiz temperaturlar 105°C, 115-120°, 155°C, 175-180°C dərəcələrdi. Yüklər isə 11,45 kq, 20,85 kq, 26,85 kq, 34,85 kq-dır.
Polimerlərin birləşdirilməsi, onların qarşılıqlı təsiri və müvafiq fiziki xüsusiyyətləri, mühüm təhlil sahələrindəndir. Bu sahədə, Malein anhidridi-stirol birgə polimerinin (MA-Stirol) Butadien nitril kauçuku (BNK) ilə qarışığının axıcılıq xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi, polimerin tətbiq sahələrini genişləndirmək və materialın performansını daha yaxşı başa düşmək üçün əhəmiyyətlidir.
Müxtəlif temperatur aralıqlarında (100-180°C) reoloji ölçmələr aparılır ki, qarışığın temperaturla necə davrandığını başa düşmək mümkün olsun. Biz axıcılığı təyin edərkən fərqli yüklərdə bir neçə temperaturda nümunələrin axıcılıq qabiliyyətini müəyyənləşdirmişik və nəticələri Cədvəl 2-də vermişik. Bu göstəricilərin nəticələrinə əsasən həcmi sərfi, təzyiqi, gərginliyi və nümunələrin yerdəyişmə sürətini tapmışıq.

Cədvəl 2: Nümunələrin 105°C, 115-120°C temperaturlarda və fərqli yüklərdə axıcılıq göstəriciləri

Kompozisiya şifri	105°C Yük				115-120°C Yük			
	11,45 kq	20,85 kq	26,85 kq	34,85 kq	11,45 kq	20,85 kq	26,85 kq	34,85 kq
N1	684	156,88	79,095	37,885	196,14	24,405	15,55	9,003
N2	583,76	158,73	81,505	42,11	147,45	24,16	14,676	8,576
N3	463,48	135,49	104	36,38	162,32	27,58	14,916	8,81
N4	319,79	93,415	55,395	29,296	169,615	30,176	17,656	9,67

Cədvəl 3: Nümunələrin 155°C, 175-180°C temperaturlarda fərqli yüklərdə axıcılıq göstəriciləri

Kompozisiy aşifri	155°C				175-180°C			
	Yük				Yük			
	11,45 kq	20,85 kq	26,85 kq	34,85 kq	11,45 kq	20,85 kq	26,85 kq	34,85 kq
N1	78,9	20,213	10,79	5,816	40,76	11,635	7,426	4,183
N2	59,12	15,356	7,946	4,676	26,98	9,066	4,306	3,61
N3	48,955	12,496	7,32	4,293	28,13	7,933	5,413	3,846
N4	47,565	14,353	7,9725	5,036	22,965	7,373	5,036	2,903

Nəticə

Butadien nitril kauçuku sabit olaraq 100 k.h. götürülmüş, MA-St birgə polimeri isə 2, 4, 6 və 8 k.h. miqdarında əlavə edilməklə binar qarışıqlar hazırlanmışdır. Hazırlanan qarışıqların reoloji xüsusiyyətlərini tədqiq etmək üçün İİRT-4 cihazından istifadə olunmuşdur. Reoloji analizlər əsasında materialın axıcılıq xüsusiyyətləri müxtəlif temperatur və yüklər altında öyrənilmişdir. Bunun üçün dörd müxtəlif temperatur (105°C, 115-120°C, 155°C və 175-180°C) və dörd fərqli yük (11,45 kq, 20,85 kq, 26,85 kq, 34,85 kq) tətbiq edilmişdir. Araşdırma nəticəsində materialın möhkəmliyi, həcm üzrə sərfi və axıcılıq sürəti müəyyən edilmişdir. Əldə olunan nəticələr göstərir ki, materialın davranışına özlülük və dartılma xüsusiyyətləri mühüm təsir göstərir və bu parametrlər üçün optimal şəraitlər müəyyən edilmişdir. Aparılan tədqiqat, birgə polimerin butadien nitril kauçukunun reoloji xüsusiyyətlərinə təsirini və onun sənaye sahəsində daha səmərəli istifadəsi üçün əhəmiyyətli istiqamətləri müəyyənləşdirməyə kömək edir.

Ədəbiyyat

1. Akperov. O. Q., Mamedova R.E., Akperov E.O. The Raddical Terpolymerization of Heptene-1 with Maleic Anhydride and Styrene. // Materials. Research Innovations, 2008, v.12, №4, p.210-212.
2. Mpitso, K., Synthesis and characterization of styrene – maleic anhydride, 2009, 343-358.
3. M **Rasmiyya**, A Afsuna -.CHEMICAL MODIFICATION OF MALEIC ANHYDRIDE-STYRENE COPOLYMER AND INVESTIGATION WITH SPECTROSCOPIC TECHNIQUES. German International Journal of Modern Science / Deutsche Internationale Zeitschrift für Zeitgenössische Wissenschaft, 2024, n. 80, p. 16, doi. 10.5281/zenodo.11211848
4. O.H.Əkbərov, R.E. Məmmədova, E.O.Əkbərov. Okten-1-malein anhidridi-stirol üçlü birgə polimerinin sintezi və tədqiqi. Kimya problemləri №3 2007.
5. Alizade Aydan (2022). SKN-40 rubber with the participation of simple and complex eternals purchase of chemically resistant RUBBERS International Journal of Engineering Technology Research & Management/vol 06-issue.01. pp54-63
6. Amirov Fariz. 5.Shixaliyev Kerem. (2020). Properties of Linear Low-Density Polyethylene. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE). Volume-9 Issue-9, pp348-352
7. Azhar U. Khan, Masudulla Khan, Azmat Ali Khan, Aiman Parveen, Sajid Ansari, and Mahboob Alam (2022), Effect of Phyto-Assisted Synthesis of Magnesium Oxide Nanoparticles (MgO-NPs)

on Bacteria and the Root-Knot Nematode, Volume Article ID 3973841, 11 pages
8. Clara Mariana Gonçalves Lima, Talha Bin Emran, Fahad A (2022),. Alhumaydhi, Harsha Ashtekar, Sandeep D. S, and Carlos Adam Conte-Junior Development of Microneedle Patch Loaded with Bacopa by Solid Lipid Nanoparticles for the Effective Management of Parkinson's Disease Volume 2022 Article ID 9150205, 17 pages
9. Shikhaliyev K.S (2021) Method of Group Decision Making for Production Planning of the Oil Refinery Plant Indian Journal of Computer Graphics and Multimedia (LJCGM) Volume-1, Volume-1 Issue-2, August 2021ISSUL-2Angust 2021pp. 1-5
10. Kerem Shixaliyev. Paint and Varnish Materials Based on Epoxy Novolac oligomers Jour of Adv Research in Dynamical & Control Systems. Vol. 12, Special Issue-02, 2020.pp351-358
11. Kerem ShixaliyexSefi..Determination of compatibility of polymer systems, skep, pu, khkpe, and ch chemical features of their mixtures. Journal of Adv Research in Dynamical & Control Systems. Vol. 12, Special Issue-02, 2020.pp359-370
12. Ermilova EA, Sizova AA, Ilyicheva NN, Pleshakov DV // Study of thermodynamic compatibility of a three-component mixture of nitramines with a copolymer of methyl methacrylate and methacrylic acid technology / Chemical successes. .2014 - №2.-p.65-67.
13. Aghamaliyev Z.Z. Production and properties of surface-active compositions based on oxygenized nonylphenol and alkylymidazolines. // Processes of Petrochemistry and Oil Refining, Baku, 2021, Vol.22, No. 1, p. 50-57.
14. Aghamaliyev Z.Z., Naghiyeva M.V., Rasulov Ch.K. Synthesis of 2-Hydroxy-3-(methylcyclo-hexenylisopropyl)-5-methylbenzylaminoethylnonyl imidazolines - the thermostabilizers to polypropylene // ScientificNet. Publisher in Materials Science & Engineering. Materials Science Forum, Switzerland, 2018. Vol. 935, p. 155-159.
15. Агамалиев, З.З., Эфендиева, Л.М., Аббасзаде, С.М., Расулов, Ч.К. Синтез 2-гидрокси-3-(метилциклогексенилизопропил)-5-метилбензиламиноэтилнонилимидазолинов – термостабилизаторы к полипропилену // XIV Международная научно-практическая конференция «Новые полимерные композиционные материалы». Нальчик, 4-8 июля, 2018, с.3-6.

Determination of the Rheological Properties of the Binary Mixture of Maleic Anhydride-Styrene Copolymer with Butadiene Nitrile Rubber

İbrahim Movlayev[1], Rasmiyya Mammadova [2], Sama Mastaliyeva[3], Konul Abbasova[4], Gunel Azizova[5]

[1,2, 3,4,5]Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan
[2]resmiyye.mammadova.e@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0009-0007-8698-8302
[3]http://orcid.org/0009-0006-6915-7761
[4] abbasova.konul@mail.ru.http://orcid.org/0000-0001-8327-0791
[5]gunel.azizova@asoiu.edu.az. http://orcid.org/0000-0003-1913

Abstract

In this study, the rheological and chemical properties of the binary combination of maleic anhydride-styrene copolymer with butadiene nitrile rubber were analyzed. The objective was to investigate the physicochemical properties of this combination and evaluate its suitability for industrial applications. To conduct the study, maleic anhydride-styrene copolymer (MA-St) was synthesized in a 2:1 ratio using a known methodology [1]. Binary mixtures were prepared by keeping the butadiene nitrile rubber constant at 100 parts by weight and varying the MA-St copolymer at 2, 4, 6, and 8 parts by weight. The rheological properties of the prepared binary mixtures were analyzed using the IITR-4 device. Based on rheological analyses, the flow

characteristics of the material were studied under different temperatures and loads. For this purpose, four different temperatures—105°C, 115-120°C, 155°C, and 175-180°C—and four different loads—11.45 kg, 20.85 kg, 26.85 kg, and 34.85 kg—were used in the study. As a result, the material's strength, volumetric flow rate, and flow speed were determined. The results indicate that viscosity and tensile properties significantly influence the material's behavior, and optimal conditions for both parameters were identified. The obtained data provide significant insights into the effect of the copolymer on the rheological properties of butadiene nitrile rubber and its more effective use in industrial applications.
Keywords: maleic anhydride-styrene copolymer, butadiene nitrile rubber, rheological properties, flowability.

Определение реологических свойств бинарной смеси сополимера малеинового ангидрида со стиролом и бутадиен-нитрильного каучука

Ибрагим Мовлаев[1], Расмия Мамедова[2], Сёма Месталиева[3], Конуль Аббасова[4], Гюнель Азизова[5]

[1,2,3,4,5] Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Баку, Азербайджан

[2]resmiyye.mammadova.e@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0009-0007-8698-8302

[3]http://orcid.org/0009-0006-6915-7761

[4] abbasova.konul@mail.ru.http://orcid.org/0000-0001-8327-0791

[5]gunel.azizova@asoiu.edu.az. http://orcid.org/0000-0003-1913

РЕЗЮМЕ

В данном исследовании были проанализированы реологические и химические свойства бинарной комбинации сополимера малеинового ангидрида со стиролом и бутадиен-нитрильного каучука. Целью работы было изучение физико-химических свойств данной комбинации и оценка ее пригодности для применения в промышленности. Для проведения исследования сополимер малеинового ангидрида со стиролом (МА-Ст) был синтезирован в соотношении 2:1 по известной методике [1]. Бинарные смеси были приготовлены с постоянным содержанием бутадиен-нитрильного каучука (100 частей по массе) и переменным содержанием сополимера МА-Ст (2, 4, 6, 8 частей по массе). Реологические свойства приготовленных бинарных смесей исследовались с использованием прибора ИИРТ-4. На основе реологических анализов были изучены характеристики текучести материала при различных температурах и нагрузках. В исследовании использовались четыре различные температуры — 105°C, 115-120°C, 155°C и 175-180°C, а также четыре различные нагрузки — 11,45 кг, 20,85 кг, 26,85 кг и 34,85 кг. В результате были определены прочность материала, объемный расход и скорость течения. Полученные результаты показали, что вязкость и прочностные характеристики оказывают значительное влияние на поведение материала, и были выявлены оптимальные условия для обоих параметров. Данные исследования предоставляют важную информацию о влиянии сополимера на реологические свойства бутадиен-нитрильного каучука и его более эффективном применении в промышленности.

Ключевые слова: сополимер малеинового ангидрида со стиролом, бутадиен-нитрильный каучук, реологические свойства, текучесть.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0517

LABORATORİYA ŞƏRAİTİNDƏ YENİ KOMPOZİSİYANIN TƏSİR EFFEKTİNİN TƏDQİQİ

Aysel Qasımzadə
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, "Neftin, qazın nəqli və saxlanması" kafedrası, Bakı, Azərbaycan
Texnika elm sahəsi üzrə fəlsəfə doktoru, dosent, https://orcid.org/0000-0002-5461-7677, qasimzade92@inbox.ru, aysel.qasimzade@asoiu.edu.az

XÜLASƏ

Təqdim olunan məqalədə 27%, 32% və 48% su tərkibli Suraxanı, Pirallahı və Umbakı neftlərinin, həmçinin şərti olaraq A və B adlandırılan qarışıq neftlərin su-neft emulsiyalarının deemulsasiya prosesi tədqiq edilmişdir. Qarışıq neft emulsiyalarını öyrənmək üçün laboratoriya şəraitində A nefti (Suraxanı+Umbakı=1:1) və B nefti (Pirallahı+Umbakı=1:1) hazırlanaraq onların deemulsasiya prosesi öyrənilmişdir. 31% su tərkibli A nefti və 41% su tərkibli B nefti üçün əvvəlcə 50°C temperaturda ND-12 reagentinin 900, 1000, 1100, 1200, 1300 və 1400 q/t, daha sonra isə 60°C temperaturda 900, 1000, 1100, 1200 və 1300 q/t qatılıqlarında istifadə etməklə tədqiqatlar aparılmış və reagentin deemulsasiya effektivliyi qiymətləndirilmişdir. Bundan əlavə, ND-12+Marza-1+izopropanol (4:0.75:0.25) tərkibli və şərti olaraq W-1 adlandırılan yeni kompozisiya hazırlanmışdır.Tədqiqat zamanı əvvəlcə hər üç neft nümunəsinin 30-60°C temperatur intervallarında, 2 saat müddətində yalnız temperaturun təsiri altında deemulsasiya prosesi araşdırılmışdır. Sonra, eyni temperatur şəraitində ND-12 deemulqatorunun 200, 300, 500, 800 və 1000 q/t qatılıqları ilə neft nümunələrinin deemulsasiyasına təsiri öyrənilmişdir. Temperaturun və reagentlərin miqdarının artması ilə qalıq su və ballast suyun miqdarının necə dəyişdiyi müəyyən olunmuşdur. Umbakı neftinin su-neft emulsiyasının ən dayanıqlı olduğu müəyyən edildikdən sonra, bu neftin effektiv deemulsasiyası 85°C temperaturda aparılmış və reagentin optimal qatılığının 750 q/t olduğu tapılmışdır.Bundan əlavə, laboratoriya şəraitində Suraxanı və Umbakı neftlərinin qarışığından hazırlanan A nefti (1:1 nisbətində) və Pirallahı ilə Umbakı neftlərinin qarışığından hazırlanan B neftlərinin (1:1 nisbətində) emulsiya nümunələrinin deemulsasiyası prosesi öyrənilmişdir. A neftinin 31% su tərkibi və B neftinin 41% su tərkibi ilə, 50°C və 60°C temperaturda ND-12 deemulqatorunun 900, 1000, 1100, 1200, 1300 və 1400 q/t qatılıqlarında reagentin effektivliyi qiymətləndirilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, ND-12 deemulqatoru ilə müqayisədə ND-12+MARZA-1+izopropanol (4:0.75:0.25), tərkibli və şərti olaraq W-1 adlanan yeni kompozisiya , A və B neftlərinin deemulsasiyasına daha yüksək təsir göstərir. 50°C temperaturda W-1 kompozisiyasının 400, 500, 600, 700 və 800 q/t, 60°C temperaturda isə 350, 450, 550 və 650 q/t qatılıqlarının iştirakı ilə aparılmış təcrübələrdə qalıq su və ballast suyun miqdarları təyin edilmişdir.. Nəticələr göstərmişdir ki, ki, yeni kompozisiya az reagent sərfi ilə daha yüksək effektivlik əldə etməyə imkan verir.

Açar sözlər: *deemulsasiya, reagent, su-neft emulsiyası, aqreqativ və kinetik dayanıqlıq.*

GİRİŞ

Su-neft emulsiyalarının dayanıqlığını müəyyən edən əsas amillər arasında neftin tərkibindəki yüksək molekullu birləşmələr, xüsusilə naften turşuları və hasilat prosesində quyulara əlavə edilən

səthi aktiv maddələr mühüm rol oynayır. Bu komponentlər, xüsusilə naften turşularının yüksək konsentrasiyası, adətən yüksək özlülüyə malik ağır neftlərdə üstünlük təşkil edir. Eyni zamanda, hasilatı artırmaq məqsədilə məhz belə ağır neftlərin hasil edildiyi quyulara səthi aktiv maddələr əlavə olunur. Hasilat zamanı təzyiq və temperatur dəyişkənliyi nəticəsində formalaşan termobarik şərait ağır neftlərlə lay suyunun intensiv qarışmasına səbəb olur. Nəticədə əmələ gələn su-neft emulsiyaları yüksək aqreqativ və kinetik dayanıqlığa malik olur və onların neftə və suya ayrılması olduqca çətinləşir. Bu səbəbdən, qeyd olunan tip su-neft emulsiyaların parçalanması üçün müxtəlif üsullar tətbiq etməklə yüksək effektivliyə nail olmaq bu gün də aktual tədqiqat sahəsi olaraq qalmaqdadır [1-6].

Az dayanıqlı su-neft emulsiyaların parçalanması üçün yalnız temperatur təsiri yetərli olduğu halda, ağır neftlərlərdə formalaşan dayanıqlı su-neft emulsiyaların ayrılması üçün daha təkmilləşdirilmiş və kompleks üsulların tətbiqi zəruri hesab edilir. Belə emulsiyaların parçalanmasında həm temperatur, həm də kimyəvi reagentlər, xüsusilə deemulqatorlar geniş istifadə olunur. Lakin bəzi hallarda 60°C temperatur həddi belə yüksək dayanıqlığa malik emulsiyaların parçalanması üçün yetərli olmur və reagent qatılığının artırılması tələb edilir ki, bu da iqtisadi baxımdan sərfəli deyil. Alternativ olaraq, temperaturu 85-90°C-dək artırmaq emulsiyanın ayrılma sürətini yüksəldə bilər, lakin bu yanaşma neftin keyfiyyət göstəricilərinə mənfi təsir etdiyindən geniş tətbiqi məhdudlaşır. Son dövrlərdə isə fərdi deemulqatorlarla müqayisədə daha yüksək effektivliyə malik kompozisiyaların istifadəsi daha səmərəli üsul hesab edilir.

Mədənlərdə fərqli tərkibə və müxtəlif su miqdarına malik neftlər çənlərdə qarışması onların reoloji xüsusiyyətlərinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Lay suyunun tərkibi zəngin olan müxtəlif neftlərin qarışması onların emulsiyalarının dayanıqlıq səviyyəsinə və quruluş xüsusiyyətlərinə müxtəlif formalarda təsir edə bilər. Buna görə də, təkcə fərdi ağır neft emulsiyalarının parçalanması deyil, həm də neft qarışıqlarının deemulsasiyası neft sənayesi üçün həlli vacib məsələlərdən biridir [7-13].

Neftin tərkibindəki əsas parametrlərdən biri dispers fazada su damcılarını stabil vəziyyətdə saxlayan hissəciklər, xüsusilə asfalten, qatran və parafin komponentlərinin miqdarıdır. Asfaltenlərin və digər komponentlərin yüksək konsentrasiyası nəticəsində neftdə yeni quruluş formalaşır və bu quruluşlar su damcılarının ətrafında mexaniki karkas rolunu oynayaraq neftin təbii emulqatoru funksiyasını yerinə yetirir. Bu səbəbdən, belə su-neft emulsiyalarının parçalanması çətin proses hesab olunur. Bütün bu amillər nəzərə alınaraq, yüksək dayanıqlığa malik su-neft emulsiyalarının effektiv şəkildə deemulsasiyası üçün səthi aktivliyi neftin səthi gərilməsindən daha yüksək olan reagentlərin seçilməsi və ilk növbədə onların laboratoriya şəraitində sınaqdan keçirilməsi hazırda aktual elmi-tədqiqat məsələsi olaraq qalır [14-15].

Yerinə yetirilmiş tədqiqat işində məqsəd dayanıqlıq dərəcəsi müxtəlif olan su-neft emulsiyalarının deemulsasiyasına reagentlərin təsirini öyrənməkdən ibarət olmuşdur.

Tədqiqatın metodikası

Tədqiqat prosesində neft emulsiyalarının deemulsasiya prosesinin qiymətləndirilməsi üçün laboratoriya şəraitində “Butulka” sınaq üsulu tətbiq edilmişdir. Bu üsul, statik çökmə prinsipinə əsaslanaraq emulsiyaların parçalanma kinetikasını və reagentlərin effektivliyini müəyyən etməyə imkan verir.

Təcrübələrin yerinə yetirilməsi zamanı ilk olaraq, istifadə edilən deemulqatorlar və kompozisiyaları üzvi həlledicidə həll edilmiş, daha sonra Suraxanı, Pirallahı, Umbakı neft

nümunələrinə və onların əsasında hazırlanmış A (Suraxanı+Umbakı, 1:1) və B (Pirallahı+Umbakı, 1:1) qarışıq neftlərinə əlavə edilərək mexaniki qarışdırıcı vasitəsilə 1 dəqiqə ərzində qarışdırılmışdır [16].

Reagent əlavə edilən su neft emulsiyalar müəyyən temperaturda saxlanmaq üçün termostatlaşdırılmış su vannasına yerləşdirilmiş və müxtəlif zaman intervallarında (10, 30, 60 və 90 dəqiqə) nümunələrdən ayrılan suyun həcmi ölçülmüşdür. Emulsiyaların parçalanma dərəcəsi aşağıdakı düsturla hesablanmışdır:

suyun ayrılması% = V / Vo × 100

burada, V deemulqator əlavə edildikdən sonra ayrılmış suyun həcmini, Vo isə xam neft emulsiyasında ilkin suyun həcmini bildirir.

Eksperimental işlər çərçivəsində fərqli reagentlərin müxtəlif miqdarlarının və temperatur rejimlərinin emulsiyaların parçalanmasına təsiri tədqiq edilmişdir. Optimal şəraitin müəyyən edilməsi üçün 30–85°C temperatur diapazonunda təcrübələr aparılmış, reagentlərin 200–1400 q/t qatılıqlarının təsir effekti qiymətləndirilmişdir [17]. Alınan nəticələr əsasında müxtəlif neft emulsiyalarının deemulsasiya prosesinə qarşı dayanıqlıq xüsusiyyətləri təhlil edilmiş və ən effektiv parçalanma şərtləri müəyyən edilmişdir.

Nəticələr və onların müzakirəsi

Tədqiqat obyekti kimi 27% sulaşmış Suraxanı, 32% sulaşmış Pirallahı və 48% sulaşmış Umbakı neftləri seçilmişdir.Qeyd etmək lazımdır ki, bu nümunələrin tərkibində olan yüksək molekullu birləşmələr, xüsusilə asfalten və qatran komponentlərinin miqdarı onların dayanıqlı su-neft emulsiyaları formalaşdırılmasına əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Belə ki, Pirallahı və Umbakı neftləri daha dayanıqlı su-neft emulsiyaları əmələ gətirdiyi halda, Suraxanı neftdə isə daha az dayanıqlı emulsiyalar formalaşır.

Seçilmiş neft nümunələrinin bəzi fiziki-kimyəvi göstəriciləri cədvəl 1-də təqdim olunmuşdur.

Cədvəl 1. Neft nümunələrinin fiziki-kimyəvi göstəriciləri

Neft nümunələri	Suyun faiz miqdarı,%	Sıxlıq, q/sm^3	Asfalten,%	Qatran,%	Parafin,%
Suraxanı	27	862.9	1	10	2
Pirallahı	32	916.8	3	15	4
Umbakı	48	947.5	8	12	7

Cədvəl 1-də verilmiş fiziki-kimyəvi göstəricilərin təhlili göstərir ki, neft nümunələrinin tərkibindəki asfalten, qatran və parafin komponentlərinin miqdarı onların deemulsasiya xüsusiyyətlərinə birbaşa təsir göstərəcək. Suraxanı nefti – aşağı səviyyədə asfalten, qatran və parafin tərkibli olduğuna görə, stabil emulsiyalar yaratma qabiliyyəti zəifdir və bu, onun deemulsasiya prosesini daha asan edir. Pirallahı nefti – Suraxanı nefti ilə müqayisədə daha yüksək asfalten, qatran və parafin tərkibinə malikdir. Bu komponentlərin miqdarı artdıqca neftin sıxlığı da yüksəlir və nəticədə daha stabil emulsiyalar əmələ gəlir. Umbakı nefti – seçilmiş nümunələr arasında ən ağır neft olub, yüksək sıxlıq və yüksəkmolekullu komponentlərin miqdarı ilə xarakterizə edilir. Məhz bu xüsusiyyətlər onu digər neft nümunələri ilə müqayisədə daha dayanıqlı emulsiyalar yaratmağa meyilli edir. Bu səbəbdən, reoloji baxımdan hər üç neft nümunəsi bir-birindən əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənir.

Tədqiqatın ilkin mərhələsində, reagent tətbiq edilmədən, yalnız temperaturun təsiri altında neft nümunələrinin deemulsasiya prosesi öyrənilmişdir. Bunun üçün hər üç neft nümunəsi 30, 40, 50 və 60°C temperaturlarda saxlanılmış və müvafiq deemulsasiya göstəriciləri qeydə alınmışdır. Məqsəd, temperaturun neft nümunələrinin deemulsasiyasına təsirini müəyyən etmək və ən effektiv temperatur diapazonunu təyin etmək olmuşdur.
Aparılmış eksperimentlərdən əldə edilən nəticələr vədvəl 2-də təqdim olunmuşdur.

Cədvəl 2. Müxtəlif temperaturlarda neft nümunəlrinin deemulsasiyası

№	**neft nümunəlri**	**ayrılan suyun miqdarı , qr**				**Qalıq suyun miqdarı, %**	**ballast suyun miqdarı, %**
deemulsasiya müddəti, saat		**0.5**	**1.0**	**1.5**	**2.0**		
T=30 ºC							
1	Suraxanı	3.5	5.0	6.4	7.3	**19.7**	**21.3**
2	Pirallahı	4.3	5.6	7.5	8.7	**23.3**	**25.5**
3	Umbakı	1.7	2.3	2.8	3.2	**44.8**	**46.3**
T=40 ºC							
1	Suraxanı	5.7	8.4	11.1	14.7	**12.3**	**14.4**
2	Pirallahı	5.8	8.2	10.1	14.3	**17.7**	**20.7**
3	Umbakı	2.4	3.5	4.4	5.1	**42.9**	**45.2**
T=50 ºC							
1	Suraxanı	9.7	13.8	17.9	24.3	**2.7**	**3.6**
2	Pirallahı	8.9	14.2	18.4	23.9	**8.1**	**10.6**
3	Umbakı	3.8	6.2	8.6	10.0	**38**	**42.2**
T=60 ºC							
1	Suraxanı	10.5	16.8	21.5	26.6	**0.4**	**0.5**
2	Pirallahı	9.6	15.7	20.5	25.1	**6.9**	**9.2**
3	Umbakı	8.6	12.5	17.4	25.5	**22.5**	**30.2**

Cədvəl 2-də verilmiş nəticələr göstərir ki, temperaturun artması ilə deemulsasiya prosesi də sürətlənir. Bu, temperaturun emulsiyaların stabilliyinə təsir göstərərək su damcılarının birləşməsini və fazaların ayrılmasını asanlaşdırması ilə izah olunur. Aparılmış tədqiqatların nəticələrinə əsasən, Suraxanı nefti üçün yalnız temperaturun təsiri kifayət qədər effektiv olmuş və 60°C temperaturda qalıq suyun miqdarı əhəmiyyətli dərəcədə azalmış, cəmi 0.4% təşkil etmişdir. Bu nəticə onun aşağı səviyyəli stabilləşdirici komponentlərə (asfalten, qatran və parafin) malik olması ilə əlaqədardır. Bunun əksinə olaraq, Pirallahı və Umbakı neftlərinin deemulsasiyası üçün yalnız temperaturun tətbiqi kifayət etməmişdir. Bu neftlərin yüksək miqdarda yüksəkmolekullu komponentlər və səthi aktiv maddələr tərkibli olması, onların daha dayanıqlı emulsiyalar yaratmasına səbəb olmuşdur. Belə emulsiyaların parçalanması üçün temperatur amilinə əlavə olaraq kimyəvi reagentlərin istifadəsi də tələb olunur.

Yuxarıda qeyd olunanları nəzərə alaraq, tədqiqatın növbəti mərhələsində ND-12 reagentinin müxtəlif qatılıqlarının (100 və 200 q/t) neft nümunələrinin deemulsasiya prosesinə təsiri öyrənilmişdir. Bu məqsədlə aparılmış eksperimentlərin nəticələri cədvəl 3 və cədvəl 4-də təqdim olunmuşdur.

Cədvəl 3. ND-12 deemulqatorunun 100 q/t qatılığının iştirakı ilə neft nümunələrinin deemulsasiya

№	neft	ayrılan suyun miqdarı , qr				qalıq suyun miqdarı, %	ballast suyun miqdarı, %
deemulsasiya müddəti,saat		0.5	1.0	1.5	2.0		
T=20 ºC							
1	Suraxanı	3.9	5.7	8.6	11.5	**15.5**	**17.5**
2	Pirallahı	4.2	5.4	7.5	8.6	**23.4**	**25.6**
3	Umbakı	2.3	3.1	4.2	5.1	**42.9**	**45.2**
T=30 ºC							
1	Suraxanı	7.3	9.2	14.4	20.1	**6.9**	**8.6**
2	Pirallahı	5.4	7.1	9.0	10.4	**21.6**	**24.1**
3	Umbakı	2.9	3.8	4.7	5.5	**42.5**	**44.9**
T=40 ºC							
	Suraxanı	10.5	16.0	23.8	25.9	**1.1**	**1.5**
1	Pirallahı	7.5	9.8	12.7	19.1	**12.9**	**15.9**
2	Umbakı	3.9	5.6	6.3	7.2	**40.8**	**43.9**
T=50 ºC							
	Suraxanı	16.1	22.1	25.7	26.9	**0.1**	**0.14**
1	Pirallahı	10.7	17.4	20.5	27.3	**4.7**	**6.5**
2	Umbakı	5.9	8.1	10.2	14.9	**33.1**	**38.9**
T=60 ºC							
	Suraxanı	17.8	22.6	26.8	26.96	**0.04**	**0.05**
1	Pirallahı	12.8	18.3	23.9	28.9	**3.1**	**4.4**
2	Umbakı	10.1	14.0	19.1	28.2	**19.8**	**27.6**

Cədvəl 4. ND-12 deemulqatorunun 200 q/t qatılığının iştirakı ilə neft nümünələrinin deemulsasiyası

№	neft	ayrılan suyun miqdarı , qr				Qalıq suyun miqdarı, %	ballast suyun miqdarı, %
deemulsasiya müddəti, saat		0.5	1.0	1.5	2.0		
T=30 ºC, C_{reag}=200 q/t							
1	Suraxanı	7.6	9.5	14.8	20.9	**6.1**	**7.7**
2	Pirallahı	5.9	7.7	9.8	11.2	**20.8**	**23.4**
3	Umbakı	3.2	4.4	5.2	5.9	**42.1**	**44.7**
T=40 ºC, C_{reag}=200 q/t							
	Suraxanı	10.8	16.4	24.2	26.5	**0.5**	**0.7**
1	Pirallahı	8.0	10.3	13.4	19.7	**12.3**	**15.3**
2	Umbakı	4.5	6.4	7.6	8.4	**39.6**	**43.2**
T=50 ºC, C_{reag}=200 q/t							
	Suraxanı	16.4	22.6	25.8	26.9	**0.1**	**0.14**
1	Pirallahı	11.4	18.5	21.6	28.3	**3.7**	**5.2**
2	Umbakı	6.8	9.7	12.2	16.7	**31.3**	**37.6**
T=60 ºC, C_{reag}=200 q/t							
	Suraxanı	17.9	22.8	26.8	26.96	**0.04**	**0.05**
1	Pirallahı	13.7	19.5	24.8	30.6	**1.4**	**2.1**
2	Umbakı	10.8	15.5	20.7	30.0	**18**	**25.7**
2	Umbakı	10.8	15.5	20.7	30.0	**18**	**25.7**

Cədvəl 3 və 4-ün nəticələri göstərir ki, Suraxanı nefti üçün 60°C temperaturda ND-12 reagentinin 100 q/t qatılığı optimaldır. Bu qatılıqda qalıq suyun miqdarı 0.04%, ballast suyun miqdarı isə 0.05% təşkil etmişdir. Maraqlıdır ki, ND-12 reagentinin qatılığı 200 q/t-a qədər artırıldıqda belə, ballast su və qalıq suyun miqdarında əhəmiyyətli dəyişiklik müşahidə edilməmişdir. Bu nəticə, Suraxanı neftinin daha az stabil emulsiyalar yaratması və reagentin aşağı qatılığında belə effektiv deemulsasiya prosesi keçirməsi ilə izah olunur. Bununla yanaşı, Pirallahı və Umbakı neftləri üçün eyni qatılıqda aparılmış eksperimentlər göstərmişdir ki, 200 q/t ND-12 reagentinin istifadəsi qalıq və ballast suyunun miqdarını əhəmiyyətli dərəcədə azaltsa da, hələ də yolverilən həddə çatdırmamışdır. Bu nəticələr göstərir ki, bu neft nümunələrinin stabil emulsiyalar yaratması səbəbindən daha yüksək reagent qatılıqlarına ehtiyac vardır. Bu səbəbdən, ND-12 reagentinin qatılığı artırılaraq Pirallahı və Umbakı neft nümunələri üçün 300, 500 və 800 q/t miqdarlarında əlavə tədqiqatlar aparılmışdır. Bu mərhələdə həyata keçirilmiş çoxsaylı laboratoriya təcrübələrinin nəticələri cədvəl 5-7-də təqdim edilmişdir.

Cədvəl 5. ND-12 deemulqatorunun 300 q/t qatılığının iştirakı ilə neft nümünələrinin deemulsasiya

№	**neft nümunələri**	**ayrılan suyun miqdarı , qr**				**Qalıq suyun miqdarı, %**	**ballast suyun miqdarı, %**
deemulsasiya müddəti,saat		**0.5**	**1.0**	**1.5**	**2.0**		
T=30 ºC							
2	Pirallahı	6.4	8.3	10.3	11.7	**20.3**	**23.0**
3	Umbakı	3.6	4.8	5.6	6.3	**41.7**	**44.5**
T=40 ºC							
1	Pirallahı	8.4	10.7	13.4	20.0	**12**	**15**
2	Umbakı	4.7	6.8	8.0	10.8	**37.2**	**41.7**
T=50 ºC							
1	Pirallahı	11.7	18.8	21.9	28.6	**3.4**	**4.8**
2	Umbakı	8.1	13.0	17.5	24.1	**23.9**	**31.5**
T=60 ºC							
1	Pirallahı	14.1	19.9	25.3	31.0	**1.0**	**1.4**
2	Umbakı	11.2	15.8	21.3	30.5	**17.5**	**25.2**

Cədvəl 6. ND-12 deemulqatorunun 500 q/t qatılığının iştirakı ilə neft nümünələrinin deemulsasiya

№	**neft nümunəlri**	**ayrılan suyun miqdarı , qr**				**Qalıq suyun miqdarı, %**	**ballast suyun miqdarı, %**
deemulsasiya müddəti,saat		**0.5**	**1.0**	**1.5**	**2.0**		
T=30 ºC							
2	Pirallahı	7.3	9.2	12.7	17.1	**14.9**	**18.0**
3	Umbakı	5.9	8.1	10.3	15.2	**32.8**	**38.7**
T=40 ºC							
1	Pirallahı	8.6	16.3	20.5	25.6	**6.4**	**8.6**
2	Umbakı	8.3	12.9	18.3	24.7	**23.3**	**30.9**
T=50 ºC							
1	Pirallahı	15.2	20.8	26.1	30.0	**2**	**2.9**
2	Umbakı	14.7	22.5	28.4	31.5	**16.5**	**24.1**
T=60 ºC							
1	Pirallahı	18.2	23.7	27.5	31.7	**0.3**	**0.4**
2	Umbakı	16.1	26.3	32.3	38.6	**9.4**	**15.3**

Cədvəl 7. ND-12 deemulqatorunun 800 q/t qatılığının iştirakı ilə neft nümünələrinin deemulsasiya

№	neft nümunələri	ayrılan suyun miqdarı , qr				Qalıq suyun miqdarı, %	ballast suyun miqdarı, %
deemulsasiya müddəti,saat		0.5	1.0	1.5	2.0		
T=30 ºC							
2	Pirallahı	9.9	12.5	18.6	21.7	**10.3**	**13.2**
3	Umbakı	8.8	14.9	19.3	24.6	**23.4**	**31.0**
T=40 ºC							
1	Pirallahı	13.9	19.8	22.5	28.4	**3.6**	**5.0**
2	Umbakı	14.2	24.7	28.5	34.1	**13.9**	**21.1**
T=50 ºC							
1	Pirallahı	19.6	24.8	28.7	31.5	**0.5**	**0.7**
2	Umbakı	20.9	29.1	34.0	39.2	**8.8**	**14.5**
T=60 ºC							
1	Pirallahı	23.9	27.5	29.8	31.95	**0.05**	**0.07**
2	Umbakı	28.4	37.8	41.2	46.1	**1.9**	**3.5**

Cədvəl 5-7-də aparılmış çoxsaylı təcrübələrin nəticələrinin təhlili göstərir ki, ND-12 deemulqatorunun Pirallahı neft nümunəsi üçün optimal qatılığı 800 q/t təşkil edir. Bu qatılıqda və 60 ºC temperaturda Pirallahı nefti üçün qalıq və ballast suyun miqdarı müvafiq olaraq 0.05% və 0.07%-ə qədər azalmışdır ki, bu da effektiv deemulsasiya göstəricisi hesab edilir.

Lakin cədvəllərdə təqdim olunan nəticələrdən göründüyü kimi, Umbakı nefti üçün eyni temperatur və reagent qatılığı kifayət qədər effektiv olmamışdır. Umbakı neftində yüksək molekullu komponentlərin daha yüksək qatılıqda olması emulsiyanın daha stabil qalmasına səbəb olur. Bu səbəbdən, tədqiqatlar davam etdirilmiş və ND-12 deemulqatorunun 1000 q/t qatılığında və 40-60 ºC temperatur intervalında yalnız Umbakı nefti üçün əlavə təcrübələr aparılmışdır. Bu eksperimentlərin nəticələri cədvəl 8-də təqdim edilmişdir.

Cədvəl 8. ND-12 deemulqatorunun 1000 q/t qatılığının iştirakı ilə Umbakı neft nümunəsinin deemulsasiya

№	neft nümunəsi	ayrılan suyun miqdarı , qr				Qalıq suyun miqdarı, %	ballast suyun miqdarı, %
deemulsasiya müddəti,saat		0.5	1.0	1.5	2.0		
T=40 ºC							
2	Umbakı	15.2	25.7	29.2	36.3	**11.7**	**18.4**
T=50 ºC							
2	Umbakı	23.2	30.9	35.8	41.4	**6.6**	**11.3**
T=60 ºC							
2	Umbakı	30.8	39.1	44.2	47.6	**0.4**	**0.8**

Cədvəllərdən müşahidə olunur ki, Umbakı neftinin deemulsasiyası, ND-12 deemulqatorunun qatılığının artması ilə müsbət şəkildə inkişaf etmişdir. 1000 q/t qatılığında qalıq suyun miqdarı 0.4%, ballast suyun miqdarı isə 0.8% təşkil etmişdir. Bu nəticə, Umbakı neftinin deemulsasiyasının ND-12 reagentinin daha yüksək qatılıqlarına ehtiyac duyduğunu göstərir. Qeyd etmək lazımdır ki, 60 ºC temperaturunda 1000 q/t ND-12 deemulqatorunun qatılığı Umbakı nefti üçün optimal qatılıq kimi müəyyən olunmuşdur. Bununla yanaşı, deemulsasiya prosesinin daha dərindən həyata keçirilməsi məqsədilə Umbakı neftinin deemulsiyası 85 ºC temperaturda və ND-12 deemulqatorunun 550, 650 və 750 q/t qatılıqlarında aparılmışdır. Alınan nəticələr cədvəl 9-da

təqdim olunmuşdur. Bu təcrübələr, yüksək temperaturda və reagent qatılığının artırılması ilə daha effektiv deemulsasiya əldə etmək məqsədini güdür.

Cədvəl 9. 85ºC temperaturda ND-12 deemulqatorunun iştirakı ilə Umbakı neft nümunəsinin deemulsasiyası

№	neft nümunəsi	ayrılan suyun miqdarı , qr				Qalıq suyun miqdarı, %	ballast suyun miqdarı, %
deemulsasiya müddəti,saat		0.5	1.0	1.5	2.0		
C_{reag}=550 q/t							
2	Umbakı	17.5	28.3	32.8	39.5	**8.5**	**14.1**
C_{reag}=650 q/t							
2	Umbakı	25.1	33.8	38.4	43.5	**4.5**	**8.0**
C_{reag}=750 q/t							
2	Umbakı	33.5	41.3	45.6	47.91	**0.09**	**0.2**

Cədvəl 9-da əldə edilən nəticələrə əsasən, ND-12 deemulqatorunun 750 q/t qatılığında 85 ºC temperaturda qalıq suyun miqdarı 0.09%-ə qədər azalmış və ballast suyun miqdarı 0.2% olmuşdur. Bu göstəricilər temperaturun artması ilə reagentin optimal sərf norması azaldığını və nəticədə qalıq su və ballast suyun miqdarının minimuma enməsini göstərir. Lakin laboratoriya şəraitində bu temperatur həddi uyğun olsa da, mədən şəraitində 85 ºC-də deemulsasiya prosesinin aparılması neftlərin keyfiyyət parametrlərinə mənfi təsir göstərə bilər. Buna görə də, ND-12 deemulqatorunun əvəzinə daha effektiv bir reagentin istifadə edilməsi daha məqsədəuyğun hesab olunur.

Ayrı-ayrı neftlərin deemulsasiyası nisbətən sadə olsa da, neftlərin qarışığı ilə yaranan mürəkkəbləşmiş emulsiya sistemi parçalanma prosesini çətinləşdirir. Laboratoriya şəraitində tədqiqat üçün istifadə olunan üç neft nümunəsi əsasında iki fərqli neft qarışığı hazırlanmışdır. Birinci qarışıq Suraxanı və Umbakı neftlərinin 1:1 nisbətində qarışığı ilə hazırlanmış və şərti olaraq "A" , ikinci qarışıq isə Pirallahı və Umbakı neftlərinin 1:1 nisbətində qarışığından hazırlanmış və şərti olaraq "B" adlandırılmışdır. A və B qarışıqlarının tərkibi və sulaşma faizi, tərkibində olan neftlərin xüsusiyyətlərinə görə dəyişmişdir və bu məlumatlar cədvəl 10-da göstərilmişdir.

Cədvəl 10. Neft qarışıqlarının bəzi fiziki-kiyəvi göstəriciləri

Neft qarışıqları	Suyun miqdarı,%	Sıxlıq, q/sm^3	Asfalten,%	Qatran,%	Parafin,%
A	31	968.1	7	13	6
B	41	894.7	2	14	5

Cədvəldən də göründüyü kimi, A neftinin sulaşma dərəcəsi daha aşaöş , B neftinin isə daha yüksəkdir. Lakin, sıxlıq və asfalten miqdarı baxımından A nefti daha ağır neft qarışığı kimi xarakterizə olunur. Bu iki neft qarışığının ND-12 deemulqatorunun 900, 1000, 1100, 1200, 1300 və 1400 q/t qatılıqları ilə 50 ºC temperaturda deemulsasiya prosesi həyata keçirilmişdir. Cədvəl 11-də bu təcrübə nəticələrinin təhlili göstərilmişdir. Cədvəl 11-də göstərilən nəticələrdən, ND-12 deemulqatorunun qatılığının artması ilə hər iki neft qarışığının deemulsasiyasının daha effektiv olduğu müşahidə olunur. Lakin, qarışıqların xüsusiyyətləri və tərkibindəki komponentlərin müxtəlifliyi nəticəsində, A və B qarışıqları üçün optimal qatılıq və su ayrılması göstəriciləri arasında fərqlər ortaya çıxır. Cədvəlin detallı təhlili bu fərqləri və reagentlərin optimal qatılıqlarını daha aydın şəkildə ortaya qoyur.

Cədvəl 11. 50 ºC-də ND-12 deemulqatorunun iştirakı ilə neft qarışıqlarının deemulsasiyası

№	neft nümunəsi	ayrılan suyun miqdarı , qr				Qalıq suyun miqdarı,%	ballast suyun miqdarı, %
deemulsasiya müddəti,saat		0.5	1.0	1.5	2.0		
C_{reag}=900 q/t							
1	A	13.9	17.2	20.0	25.1	5.9	**7.9**
2	B	17.9	24.7	29.3	37.7	3.3	**5.3**
C_{reag}=1000 q/t							
1	A	14.4	18.3	22.8	28.0	3	**4.2**
2	B	18.4	25.8	32.3	39.8	1.2	**2.0**
C_{reag}=1100 q/t							
1	A	15.1	19.9	23.7	29.6	1.4	**1.9**
2	B	18.7	27.3	33.9	40.5	0.5	**0.8**
C_{reag}=1200 q/t							
1	A	16.0	20.2	25.1	30.1	0.9	**1.3**
2	B	19.0	27.5	34.4	40.7	0.3	**0.5**
C_{reag}=1300 q/t							
1	A	17.2	20.7	26.5	30.5	0.5	**0.7**
C_{reag}=1400 q/t							
1	A	18.0	21.6	26.8	30.6	0.4	**0.6**

Cədvəl 11-dən aydın olur ki, 50ºC temperaturda B neftində ND-12 deemulqatorunun 1200 q/t optimal sərf normasında qalıq suyun miqdarı minimuma enərək 0.3%, ballast suyun miqdarı isə 0.5% təşkil etmişdir. A neftində isə eyni temperaturda ND-12 deemulqatorunun 1400 q/t optimal qatılığında qalıq suyun miqdarı 0.4%, ballast suyun miqdarı isə 0.6% olmuşdur. Bu nəticələr göstərir ki, 50 ºC temperaturda A və B neftlərində reagentin qatılığının artmasına baxmayaraq, daha dərindən deemulsasiya prosesini həyata keçirmək mümkün olmamışdır. Buna görə də, A və B neftlərinin deemulsasiyası 60 ºC temperaturda davam etdirilmişdir. Bu zaman ND-12 deemulqatorunun 900, 1000, 1100, 1200 və 1300 q/t qatılıqları istifadə edilərək reagentin optimal sərf norması müəyyənləşdirilmişdir. Alınan təcrübə nəticələri cədvəl 12-də təqdim edilmişdir. Cədvəldən əldə olunan məlumatlar, 60 ºC temperaturda hər iki neft qarışığı üçün reagentin optimal qatılığını və qalıq suyun minimum səviyyədə ayrılmasını təmin edən şəraiti daha detallı şəkildə göstərir.

Cədvəl 12. 60 ºC-də ND-12 deemulqatorunun iştirakı ilə neft qarışıqlarının deemulsasiyası

№	neft	ayrılan suyun miqdarı , qr				Qalıq suyun miqdarı, %	ballast suyun miqdarı, %
deemulsasiya müddəti,saat		0.5	1.0	1.5	2.0		
C_{reag}=900 q/t							
1	A	14.0	17.8	21.6	27.3	3.7	**5.1**
2	B	18.1	27.9	34.8	40.0	1	**1.7**
C_{reag}=1000 q/t							
1	A	14.7	18.7	23.7	29.5	1.5	**2.1**
2	B	18.8	28.5	35.6	40.5	0.5	**0.8**
C_{reag}=1100 q/t							
1	A	15.3	20.5	24.3	30.2	0.8	**1.1**
2	B	19.2	29.1	36.0	40.9	0.1	**0.2**
C_{reag}=1200 q/t							
1	A	16.2	21.9	25.8	30.5	0.5	**0.7**
C_{reag}=1300 q/t							
1	A	17.5	22.5	27.6	30.8	0.2	**0.3**

Cədvəl 12-dən məlum olur ki, 60 ºC temperaturda B nefti üçün ND-12 deemulqatorunun 1100 q/t optimal qatılığında qalıq suyun miqdarı 0.1%, ballast suyun miqdarı isə 0.2% təşkil etmişdir.

Eyni temperaturda A nefti üçün isə optimal qatılıq 1300 q/t olmuş və bu zaman qalıq suyun miqdarı 0.2%, ballast suyun miqdarı isə 0.3% təşkil etmişdir. Dərin deemulsasiya üçün fərdi reagentin təsirinin yüksək olmağı reagentin daha çox sərf olunmasını tələb edir. Lakin effektiv nəticələr əldə etmək üçün nisbətən aşağı qatılıqda reagentlərin tətbiqi daha məqsədəuyğundur. Buna görə də, ND-12 deemulqatoru, MARZA-1 və izopropanol səthi aktiv maddəsinin qarışığından ibarət olan və şərti adı W-1 olan kompozisiya hazırlanmışdır. Kompozisiyanın tərkibi və mol nisbəti cədvəl 13-də təqdim olunmuşdur.

Cədvəl 13. Kompozisiyanın tərkibi və mol nisbəti

W-1	ND-12 + Marza-1+ izopropanol	4:0.75:0.25

A və B neft nümunələrinin deemulsasiya prosesi şərti adı W-1 olan yeni kompozisiyanın müxtəlif qatılıqlarının iştirakı ilə 50 və 60 ºC temperaturda aparılmışdır. Hər iki temperatur intervalı üçün minimum sulaşma miqdarı göstərən optimal sərf norması təyin edilmişdir. Bu təcrübələr nəticəsində ən effektiv reagent sərfi müəyyən edilmiş və əldə edilən nəticələr cədvəl 14 və cədvəl 15-də təqdim olunmuşdur. Cədvəllərdə göstərilən nəticələr, W-1 kompozisiyasının hər iki temperaturda yüksək effektivliklə deemulsasiya prosesini təmin etməsi üçün tələb olunan reagent qatılığını əks etdirir.

Cədvəl 14. 50 ºC-də kompozisiyanın iştirakı ilə neft qarışıqlarının deemulsasiyası

№	**neft nümunəsi**	**ayrılan suyun miqdarı , qr**				**Qalıq suyun miqdarı, %**	**ballast suyun miqdarı, %**
deemulsasiya müddəti, saat		**0.5**	**1.0**	**1.5**	**2.0**		
C_{komp}=400 q/t							
1	A	14.6	16.8	18.9	22.7	8.3	**10.7**
2	B	16.8	21.7	27.6	34.8	6.2	**9.5**
C_{komp}=500 q/t							
1	A	15.5	17.8	21.6	25.3	5.7	**7.6**
2	B	18.0	25.1	33.2	38.0	3	**4.8**
C_{komp}=600 q/t							
1	A	16.2	18.5	23.6	28.5	2.5	**3.5**
2	B	19.5	26.0	34.8	40.1	0.9	**1.5**
C_{komp}=700 q/t							
1	A	17.5	19.9	25.8	30.3	0.7	**1.0**
2	B	20.4	26.8	35.3	40.9	0.1	**0.2**
C_{komp}=800 q/t							
1	A	18.7	24.4	28.6	30.8	0.2	**0.3**

Cədvəl 15. 60 ºC-də kompozisiyanın iştirakı ilə neft qarışıqlarının deemulsasiyası

№	neft	ayrılan suyun miqdarı , qr				Qalıq suyun miqdarı, %	ballast suyun miqdarı, %
deemulsasiya müddəti,saat		0.5	1.0	1.5	2.0		
C_{komp}=350 q/t							
1	A	15.7	18.4	21.5	25.7	5.3	**7.1**
2	B	16.8	27.3	34.7	38.0	3	**4.8**
C_{komp}=450 q/t							
1	A	17.2	19.5	24.6	29.2	1.8	**2.5**
2	B	20.5	30.4	37.3	40.92	0.08	**0.1**
C_{komp}=550 q/t							
1	A	18.1	24.6	28.7	30.5	0.5	**0.7**
C_{komp}=650 q/t							
1	A	18.9	25.2	29.3	30.9	0.1	**0.1**

Cədvəl 14 və 15-dən məlum olduğu kimi, yeni kompozisiyanın təsir effekti həm 50, həm də 60 ºC temperaturda fərdi deemulqatorlarla müqayisədə daha effektivdir və bu zaman qalıq suyun və ballast suyun miqdarı kifayət qədər aşağı olur. Beləliklə, B nefti üçün kompozisiyanın 700 q/t miqdarında və 50 ºC temperaturda qalıq suyun miqdarı 0.1%, ballast suyun miqdarı isə 0.2%, 60 ºC temperaturda isə 450 q/t miqdarda qalıq suyun miqdarı 0.08%, ballast suyun miqdarı isə 0.1%-ə qədər azalmışdır. A nefti üçün isə 50 ºC temperaturda və kompozisiyanın 800 q/t miqdarında qalıq suyun miqdarı 0.2%, ballast suyun miqdarı isə 0.3%, 60 ºC temperaturda və kompozisiyanın 650 q/t miqdarında isə qalıq suyun miqdarı 0.1%, ballast suyun da miqdarı 0.1% təşkil etmişdir. Göründüyü kimi, kompozisiyanın tətbiqi ilə həm deemulsasiyada suyun faiz miqdarı baxımından, həm də reagentin sərfi baxımından effektivlik əldə olunmuşdur. Bu, kompozisiyanın tərkib komponentlərinin müvafiq nisbətdə qarışması nəticəsində sinergizm effektinin yaranması ilə izah oluna bilər.

Beləliklə, laboratoriya şəraitində aparılmış çox saylı tədqiqatların nəticəsində məlum olmuşdur ki, məhz az dayanıqlı su-neft emulsiyası yaradan Suraxanı nefti, dayanıqlı su-neft emulsiya yaradan Umbakı nefti ilə qarışan zaman sulaşma miqdarı azalmaqla ən mürəkkəb emulsiya sistemli neft qarışığı yaratmış olur. Lakin nisbətən oxşar xüsusiyyətli emulsiyalar yaradan Pirallahı və Umbakı neftlərinin qarışması ilə mürəkkəb xüsusiyyət bir o qədər özünü göstərməmişdir.

Nəticə

1. İlk dəfə olaraqv laboratoriya şəraitində 27% sulaşmış Suraxanı, 32% sulaşmış Pirallahı və 48% sulaşmış Umbakı emulsiyalı neftlərinin deemulsasiya prosesinə 20, 30, 40, 50 və 60 ºC temperaturlarda reagentsiz və ND-12 deemulqatorunun təsiri tədqiq edilmiş və hər üç neft nümünəsi üçün optimal temperatur müddəti və deemulqatorun optimal qatılğı təyin edilmişdir..
2. Müəyyən edilmişdir ki 60ºC temperaturda Suraxanı,Pirallahı və Umbakı neftləri üçün ND-12 deemulqatorunun optimal sərf norması,qalıq və ballast suyun miqdarı uyğun olaraq 100q/t,0.04%, 0.05% və 800q/t, 0.05%, 0.07% və 1000q/t, 0.4%,0.8% təşkil edir. Həmçinin Umbakı neft nümunəsi üçün 85ºC temperaturda ND-12 deemulqatorunun optimal sərf norması, qalıq və ballast suyun miqdarı uyğun olaraq 750q/t, 0.09%, 0.2% olmuşdur.
3. Suraxanı, Pirallahı və Umbakı neft nümunələri əsasında hazırlanmış və şərti adı A və B olan neft qarışıqlarının 50 və 60ºC temperaturda ND-12 deemulqatorunun müxtəlif qatılıqlarının

iştirakı ilə deemulsasiya prosesi tədqiq olunmuşdur. Məlum olmuşdur ki, A qarışığı B qarışıq nefti ilə müqayisədə daha dayanıqlı emulsiya sistemi yaradır və bu qarışıqların deemulsasiyası tətbiq olunan deemulqatorun iqtisadi baxımından sərfəli olmayan yüksək qatılığını tələb edir.

4. İlk dəfə olaraq labortoriyada müxtəlif təyinatlı reagentlər əsasında şərti adı W-1 olan yeni kompozisiya hazırlanmış, A və B qarışıq neftlərin deemulsasiyasına təsiri tədqiq edilmişdir.Aparılan tədqiqatlar zamanı məlum olmuşdur ki, 50 ºC temperaturda W-1kompozisiyanın A və B neftləri üçün optimal sərf norması 700 və 800 q/t, 60 ºC temperaturda isə 450 və 650 q/t təşkil edir. Həmçinin göstərilmşdir ki A və B qarışq neftlərdə qalıq suyun miqdarını 50 ºC temperaturda uyğun olaraq 0.1%, 0.2%, 60 ºC temperaturda isə 0.08%, 0.1% təşkil edir.

Ədəbiyyat

1. T. F. Akramov, N. R. Yarkeeva, "Control deposits of paraffin, asphalt-resin components of oil," Petroleum Engineering, vol. 15, no. 4, pp. 67-72, 2017. DOI:10.17122/ngdelo-2017-4-67-72.
2. H. R. Gurbanov, A. V. Gasimzade, L. A. Abbasova, "Study of a new multifunctional inhibitor under laboratory condition," ChemChemTech, vol. 66, no. 8, pp. 106-112, 2023. DOI:10.6060/ivkkt.20236608.6764.
3. Liang, N. Du, S. Song, W. Hou, "Magnetic demulsification of diluted crude oil-in-water nanoemulsions using oleic acid-coated magnetite nanoparticles," Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, vol. 466, pp. 197-202, 2015. [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2014.11.050.
4. D. Langevin, S. Poteau, I. Hénaut, J. Argillier, "Crude oil emulsion properties and their application to heavy oil transportation," Powder Technology, vol. 157, pp. 79-91, 2005. [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.powtec.2005.05.014.
5. E. Kh. Iskandarov, "Study of structural changes in multifaceted gas pipelines," SOCAR Proceedings, no. 4, pp. 117-122, 2024. DOI: 10.5510/OGP20240401026.
6. E. E. Ramazanova, S. M. Nasibov, F. A. Guliyev, "New highly effective reagents for use in the transportation and production of high-viscosity paraffin oils," Azerbaijan Oil Industry, no. 11, pp. 55-61, 2011. [Online]. Available: https://ant.socar.az/article/443.
7. P. Biniaz, M. Farsi, M. Rahimpour, "Demulsification of water-in-oil emulsion using ionic liquids: statistical modeling and optimization," Fuel, vol. 184, pp. 325-333, 2016. [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.fuel.2016.06.093.
8. Y. Bi, W. Li, C. Liu, Z. Xu, X. Jia, "Dendrimer-based demulsifiers for polymer flooding oil-in-water emulsions," Energy Fuels, vol. 31, pp. 5395-5401, 2017. [Online]. Available: https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.7b00053.
9. T. T. Khidr, "Pour point depressant additives for waxy gas oil," Petroleum Science and Technology, vol. 29, no. 1, pp. 19-28, 2011. DOI: 10.1080/10916460903330155.
10. W. D. Bancroft, "The theory of emulsification," Journal of Physical Chemistry, vol. 17, pp. 501-519, 2002. [Online]. Available: https://doi.org/10.1021/j150141a002.
11. K. I. Matiyev, A. D. Aghazadeh, S. S. Keldibaeva, "Removal of asphalt-resin-paraffin deposits from different fields," SOCAR Proceedings, no. 4, pp. 64-68, 2016. DOI: 10.5510/OGP20160400299.
12. K. I. Matiyev, A. R. Aga-zde, M. E. Alsafarov, A. F. Akberova, "Selection of an effective demulsifier for the destruction of oil-water emulsion and research to determine compatibility

with the base demulsifier," SOCAR Proceedings, no. 1, pp. 75-82, 2018. DOI: 10.5510/OGP20180100343.
13. D. W. Jennings, K. Weispfenning, "Effect of shear and temperature on wax deposition cold finger investigation with a Gulf of Mexico crude oil," Energy Fuels, vol. 19, pp. 1376-1386, 2005. [Online]. Available: https://doi.org/10.1021/ef049784i.
14. N. A. Nebogina, I. V. Prozorova, N. V. Yudina, "Impact of water content in oil on the formation and rheological properties of oil-water emulsions," Journal of Oil Industry, no. 12, pp. 90-92, 2008. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/292105265_The_influence_of_water_content_in_oil_on_formation_and_rheology_water-oil_emulsions.
15. G. R. Gurbanov, A. V. Gasimzade, "The effect of oil-water interfacial tension on the stability of oil emulsions," Nafta-Gaz, vol. 80, no. 3, pp. 279-285, 2024. DOI: 10.18668/NG.2024.03.07.
16. A.V. Gasimzade, "Study of a multifunctional composition in the preparation and transportation of heavy oils," Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii, no. 4, pp. 25-33, 2024. DOI: 10.32434/0321-4095-2024-155-4-25-33.
17. G. R. Gurbanov, A. V. Gasimzade, "Research of physical and chemical influence on rheological parameters of highly paraffinic oil," ChemChemTech, vol. 66, no. 5, pp. 80-86, 2023. [Online]. Available: https://udhtu.edu.ua/public/userfiles/file/VHHT/2023/1/Gurbanov.pdf.

Study of the effect of a new composition in laboratory conditions

Aysel Gasimzade
Azerbijan State Oil and Industry University, Departament of “Transpoetation and Storage Oil and Gas”,Baku, Azerbaijan
Doctor of Philosophy in the field of technical sciences, Associate professor, https://orcid.org/0000-0002-5461-7677 , qasimzade92@inbox.ru, aysel.qasimzade@asoiu.edu.az

ABSTRACT
The article investigates the demulsification process of water-oil emulsions of Surakhani, Pirallahi, and Umbaki oils with 27%, 32%, and 48% water content, as well as the A and B mixed oils. Among these three oil samples, Surakhani oil exhibits fewer rheological anomalies compared to the others due to its density and the amount of high-molecular components. As a result, emulsions formed with its layer water are less stable both aggregatively and kinetically. In contrast, emulsions of Pirallahi and Umbaki oils are more stable and show higher anomalous characteristics.
The study initially explored the demulsification rate of each oil sample at temperatures between 30-60°C for 2 hours under the effect of temperature alone. Later, the effect of different concentrations of the ND-12 demulsifier (200, 300, 500, 800, and 1000 g/t) on the demulsification of the oil samples was investigated under the same temperature conditions. Changes in the amounts of residual water and ballast water were observed as the temperature and reagent concentration increased. The effective demulsification of Umbaki oil, the most stable emulsion, was carried out at 85°C, and the optimal reagent concentration was found to be 750 g/t.

To study mixed oil emulsions, laboratory samples of A oil (Surakhani + Umbaki = 1:1) and B oil (Pirallahi + Umbaki = 1:1) were prepared, and their demulsification process was investigated. For A oil with 31% water content and B oil with 41% water content, research was conducted at 50°C with reagent concentrations of 900, 1000, 1100, 1200, 1300, and 1400 g/t, and at 60°C with concentrations of 900, 1000, 1100, 1200, and 1300 g/t, to evaluate the effectiveness of the reagent in demulsification.
Additionally, a new composition, consisting of ND-12 + Marza-1 + isopropanol (4:0.75:0.25) and referred to as W-1, was prepared, and its effect on the demulsification of A and B oils was studied. Experiments with W-1 composition were carried out at 50°C with concentrations of 400, 500, 600, 700, and 800 g/t, and at 60°C with concentrations of 350, 450, 550, and 650 g/t. The amounts of residual water and ballast water were measured, and the results showed that the new composition achieved higher effectiveness with lower reagent consumption.
Keywords: Demulsification, reagent, water-oil emulsion, kinetic stability, aggregative stability

ИЗУЧЕНИЕ ДЕЙСТВИЯ НОВОЙ КОМПОЗИЦИИ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Айсель Гасимзаде
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, кафедра «Транспортировка и хранение нефти и газа», Баку, Азербайджан
Доктор философии в области технических наук, доцент, https://orcid.org/0000-0002-5461-7677 , qasimzade92@inbox.ru , aysel.qasimzade@asoiu.edu.az

РЕЗЮМЕ

В статье исследуется процесс демульсификации водно-нефтяных эмульсий нефти Сурахани, Пираллахи и Умбаки с содержанием воды 27%, 32% и 48%, а также эмульсии смесевых масел А и В. Среди этих трех образцов нефти, нефть Сурахани проявляет наименьшие реологические аномалии по сравнению с другими из-за своей плотности и содержания высокомолекулярных компонентов. В результате эмульсии, образующиеся с ее водяным слоем, менее стабильны как агрегативно, так и кинетически. Напротив, эмульсии нефти Пираллахи и Умбаки более стабильны и проявляют более выраженные аномальные характеристики.
Исследование первоначально изучало скорость демульсификации каждого образца нефти при температурах от 30 до 60°C в течение 2 часов только под воздействием температуры. Позднее исследовалось воздействие различных концентраций демульсификатора ND-12 (200, 300, 500, 800 и 1000 г/т) на демульсификацию образцов нефти при тех же температурных условиях. Изменения в содержании остаточной воды и балластной воды наблюдались с увеличением температуры и концентрации реагента. Эффективная демульсификация нефти Умбаки, самой стабильной эмульсии, была проведена при 85°C, и оптимальная концентрация реагента составила 750 г/т.
Для изучения эмульсий смесевых масел были подготовлены лабораторные образцы масла А (Сурахани + Умбаки = 1:1) и масла В (Пираллахи + Умбаки = 1:1), и исследован процесс их демульсификации. Для масла А с содержанием воды 31% и масла В с содержанием воды 41% исследование проводилось при 50°C с концентрациями реагента 900, 1000, 1100, 1200, 1300 и 1400 г/т, а также при 60°C с концентрациями 900, 1000, 1100, 1200 и 1300 г/т для оценки эффективности реагента в демульсификации.

Кроме того, была подготовлена новая композиция, состоящая из ND-12 + Marza-1 + изопропанола (4:0.75:0.25), называемая W-1, и исследовано ее влияние на демульсификацию масел A и B. Эксперименты с композицией W-1 проводились при 50°C с концентрациями 400, 500, 600, 700 и 800 г/т, а при 60°C с концентрациями 350, 450, 550 и 650 г/т. Измерялись объемы остаточной воды и балластной воды, и результаты показали, что новая композиция достигает более высокой эффективности при меньшем потреблении реагента.
Ключевые слова: *демульсификация, реагент, водно-нефтяная эмульсия, кинетическая стабильность, агрегативная стабильность*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0532

INVESTIGATE THE FEASIBILITY AND EFFECTIVENESS OF MODIFYING STYRENE-BUTADIENE RUBBER WITH STYRENE-BUTADIENE-STYRENE

İ.H.Mövlayev[1], A.F.Məmmədova[2], N.I.Rasulzade[3]

1,2,3 Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan
1 http://orcid.org/0000-0001-6241-9892
2 http://orcid.org/0000-0002-1938-1320

ABSTRACT

The general polymer industry is striving to use sustainable and more environmentally friendly production methods. At the same time, the demand for high-performance materials with improved properties continues to grow in various industries, including automotive, construction and packaging. In this context, the modification of styrene-butadiene rubber with styrene-butadiene-styrene offers a promising way to address both durability and performance issues.

Its incorporation into styrene-butadiene rubber can potentially improve the mechanical, thermal and other properties of the resulting composite material.This article aims to investigate the feasibility and effectiveness of modifying styrene-butadiene-styrene rubber with styrene-butadiene-styrene. The study aims to understand the effect of styrene-butadiene-styrene on the rheological, mechanical and thermal properties of the composite material.This study aims to provide valuable information for the development of durable and high-performance polymer composites by clarifying the relationship between the properties of the composite and the filler.

Keywords: polymer, styrene-butadiene, rheological, mechanical, thermal, properties

Introduction

Modification of butadiene-styrene rubber by the action of various compounds

Various structural changes occur during mechanical, mechanothermal dehydration and drying of highly filled rubber. These changes depend on the processing modes and conditions, as well as its composition [1].

The effect of impurities in polybutadiene rubbers, including butadiene-containing copolymers, on thermooxidation processes has been studied in studies, but studies on filled rubbers are insufficient [2].

The aim here is to study the thermooxidation process of highly filled butadiene-styrene rubbers depending on their composition and to identify the limiting factors for stabilizing the thermal processing process.

Highly filled rubbers were obtained using experimental-industrial carboxylate butadiene-styrene latexes BSK - 15/2, BSK - 30/2 and BSK - 45/2, as well as commercial rubber latex of the SKS - 30 ARKPN brand [3].

As a filler, the kerogen-70 organo-mineral compound, which is 68-72% of the conventional organic matter on the dry product of the shale, was used.

ODSS (distillation residues of shale rubber) was included as a plasticizer in the

composition of highly filled systems. The composition and properties of ODSS are presented in the table [4].

Thermal analysis was carried out on the derivatogram of the "MOM" company (Hungary) under dynamic and statistical conditions. The weight of the samples was between 190-210 mg. The heating rate of the samples in the dynamic tests in air was 5 °C/min.

The difficulty in studying the thermooxidation processes in butadiene copolymers is due to the lack of noticeable thermal effects due to the small increase in the mass of the tested sample. The source indicates that during the plasticization of natural rubber in air, an increase in mass of about 2% is observed [5].

The studied high-fill butadiene-styrene rubbers, in addition to the filler kerogen-70, also contain the plasticizer ODSS (distillation residues of shale rubbers). This complicates the study of thermal processes, since both the thermal effects of the individual components and their mutual influence overlap in the thermograms. An exothermic effect is observed at a temperature of 473 K for BSK-15/2 rubber. Similarly, a similar effect is observed in high-fill rubber with a kerogen: rubber ratio of 100:300 (mass). Although the shape of the exothermic effect is more blurred, it is comparable in terms of areas.

When ODSS is included in the composition of high-fill butadiene-styrene rubber, the exothermic effect disappears in the DTA thermogram. At the same time, the bend indicating mass gain also disappears in the DTG thermogram, i.e., the thermooxidation process does not occur [6]. The effect of the softening agent ODSS is due to the inhibitory effect of phenolic additives on the thermooxidation process of rubbers. The source notes that shale rubbers can be used to combat the aging of polymers [7, 11-14].

Metods

Application of rheological properties of butadiene-styrene rubber and styrene-butadiene-styrene Modification determines whether it is desired to change any property of the polymer. For example, properties such as mechanical strength, thermal resistance, chemical resistance or electrical conductivity can be modified.

Modification is carried out by combining polymers with various compounds, and finding the optimal proportions plays an important role in this process. Polymer modification plays an important role in the development of modern materials. This process allows changing the properties of polymers in a wide range and makes them more suitable for use in various fields, industries and the packaging industry.

The rheological properties of binary systems consisting of butadiene-styrene rubber (BSK) and styrene-butadiene-styrene (SBS) were investigated under different processing conditions. In this study, parameters such as volume flow, displacement speed and effective viscosity were calculated and comparative analyses were performed. This table shows the flow times (in seconds) of alloys flowing through a 2 mm capillary under various temperature and load conditions [6-9]. Accordingly, the first, second, third and fourth loads are G1=11.75 kg; G2=20.85 kg; G3=26.85 kg; G4=34.85 kg. The pressure created by the load on the surface of the samples is calculated using the following formulas.

$$P_1 = \frac{G_1}{\frac{\pi D_s^2}{4}} = \frac{11{,}75}{\frac{3{,}14\cdot(0{,}954)^2}{4}} = \frac{11{,}75}{0{,}7144} = 16{,}447\ {}^{kq}/_{sm^2}$$

$$P_2 = \frac{G_2}{\frac{\pi D_s^2}{4}} = \frac{20,85}{\frac{3,14\cdot(0,954)^2}{4}} = \frac{20,85}{0,7144} = 29,185\ {}^{kq}/_{sm^2}$$

$$P_3 = \frac{G_3}{\frac{\pi D_s^2}{4}} = \frac{26,85}{\frac{3,14\cdot(0,954)^2}{4}} = \frac{26,85}{0,7144} = 37,584\ {}^{kq}/_{sm^2}$$

$$P_4 = \frac{G_4}{\frac{\pi D_s^2}{4}} = \frac{34,85}{\frac{3,14\cdot(0,954)^2}{4}} = \frac{34,85}{0,7144} = 48,782\ {}^{kq}/_{sm^2}$$

Here: D_s – diameter of the cylinder in the equipment into which the samples are loaded (D=0.954 cm). Let us calculate the displacement stresses resulting from the action of stresses P1; P2; P3 and P4 on the SKS-SBS binary alloy using the following formula (with the capillary length being the same):

$$\tau = \frac{P \cdot r}{2l}$$

Here: r – radius of the capillary through which the polymer alloy flows (r=0.1cm);
l – length of the capillary (l=0.8cm).
Let us calculate the corresponding stresses of the alloys of the binary mixtures:

$$\tau_1 = \frac{P_1 \cdot r}{2l} = \frac{16,447 \cdot 0,1}{1,6} = 1,027812\, kq/sm^2 \cdot 9,806 \cdot 10^4 = $$
$$= 10,0787 \cdot 10^4 Pa\ ;\ log\, 10,0787 \cdot 10^4 = 5,0034\, Pa$$

$$\tau_2 = \frac{P_2 \cdot r}{2l} = \frac{29,185 \cdot 0,1}{1,6} = 1,823825\, kq/sm^2 \cdot 9,806 \cdot 10^4 = $$
$$= 17,8844 \cdot 10^4 Pa\ ;\ log\, 17,8844 \cdot 10^4 = 5.2525\, Pa$$

$$\tau_3 = \frac{P_3 \cdot r}{2l} = \frac{37,584 \cdot 0,1}{1,6} = 2,234866\, kq/sm^2 \cdot\ 9,806 \cdot 10^4 = $$
$$= 23,0310 \cdot 10^4 Pa\ ;\ log\, 23,0310 \cdot 10^4 = 5,3623\, Pa$$

$$\tau_4 = \frac{P_4 \cdot r}{2l} = \frac{48,782 \cdot 0,1}{1,6} = 3,048462\, kq/sm^2 \cdot 9,806 \cdot 10^4 = $$
$$= 29,8932 \cdot 10^4 Pa\ ;\ log\, 29,8932 \cdot 10^4 = 5,4756 Pa$$

Table 1. Flow time of butadiene-styrene and styrene-butadiene-styrene mixtures (sec)

	100^0 C			
Examples	11,75	20,85	26,85	34,85
N-1	77.84	34.79	25.71	17.70
N-2	87.61	45.07	27.29	20.29
N-3	113.95	47.85	32.04	20.69

Result

1. We modify butadiene-styrene rubber by adding styrene-butadiene-styrene at a temperature of 40-50°C for at least 3-4 minutes in a laboratory flask. Binary systems were obtained from the modification of butadiene-styrene rubber with styrene-butadiene-styrene in different proportions
2. Preparation of butadiene-styrene rubber/styrene-butadiene-styrene composites: butadiene-styrene rubber was modified with styrene-butadiene-styrene in different proportions (e.g., 5%, 10%, 15%, 20%).
3. Rheological analysis: In order to understand the effect of the rheological properties of binary mixtures on the deformation behavior of styrene-butadiene-styrene, various properties of the composition under the influence of different stress and temperature conditions were studied using modern methods..

References

1. Properties of vulcanizates based on nitrile butadiene rubber in the occurrence of halomethyl-containing compounds, Functional Materials, 30, No.3 (2023), p. 393-397
2. The effect of composition and structure of nbr-based elastomer blends in the vulcanization process andstudy of their aging by exposure to heat and radiation, Chemıstry &Amp; Chemıcal Technology,Vol. 17, 2023, No. 4, pp. 829–835,
3. Investigation of the rheological structural parameters of a network of NBR-based vulcanizates with theparticipation of chlorine-containing, Journal of new technology and Materials, Vol 13, Issue 1,2023,70-74
4. Свойства вулканизатов на основе бутадиен-нитрильного каучука в присутствии галогенметил содержащих соединений, Journal of Baku Engineering University Mechanıcal And Industrıal Engıneerıng, Vol.6 №2,2022
5. Влияние нагрева на структурные параметры нитрилбутадиенового каучука в присутствии хлорсодержащих соединений, Azerbaijan Chemical Journal, 2023, №4 P 91-97
6. Исследование особенности вулканизации и характера вулканизационных структур бутадиен-нитрильного каучука, Sumqayit Dövlət Universiteti Elmi Xəbərlər, Təbiət və texniki elmlər bölməsi, Cild 23, № 3, 2023
7. Amirli F.A., Movlayev I.H., Aliyeva G.A., Mammadova A.F. Compositions based on modified and filled epoxy oligomer. PPOR, Vol. 24, No. 4, 2023, pp. 689-696
https://ppor.az/index.php/ppor/article/view/295/259
8. Movlayev I.G., Mammadova A.F. Determination of the main parameters of the modified epoxide oligomer. International Science Group. International Science Journal of Engineering & Agriculture, 2024, Vol.3, No.6, pp.95-100
9. Amirli F.A., Movlayev İ.H. Compositions based on modified epoxy oligomer. Processes of Petrochemistry and Oil Refining, PPOR, №3, 2024, pp.786-792
https://doi.org/10.62972/1726-4685.2024.3.786
10. Amirli F.A., Movlayev I.H., Mammadova A.F. Study of the rheology properties of the mixture of terminal ethylene-propylene rubber with benzynamine-modified phenol-formaldehyde oligomer. PPOR, Vol. 26, No. 1, 2025, pp.229-239. https://doi.org/10.62972/1726-4685.2025.1.229.
11. Агамалиев, З.З., Эфендиева, Л.М., Аббасзаде, С.М., Расулов, Ч.К. Синтез 2-гидрокси-3-(метилциклогексенилизопропил)-5-метилбензиламиноэтилнонилимидазолинов –

термостабилизаторы к полипропилену // XIV Международная научно-практическая конференция «Новые полимерные композиционные материалы». Нальчик, 4-8 июля, 2018, с.3-6.

12. Aghamaliyev Z.Z., Naghiyeva M.V., Rasulov Ch.K. Synthesis of 2-Hydroxy-3-(methylcyclo-hexenylisopropyl)-5-methylbenzylaminoethylnonyl imidazolines - the thermostabilizers to polypropylene // ScientificNet. Publisher in Materials Science & Engineering. Materials Science Forum, Switzerland, 2018. Vol. 935, p. 155-159.

13. Aghamaliyev Z.Z. Production and properties of surface-active compositions based on oxygenized nonylphenol and alkylymidazolines. // Processes of Petrochemistry and Oil Refining, Baku, 2021, Vol.22, No. 1, p. 50-57.

14. Qasımova F.İ., Yusifov Y.H., Əliyeva N.M., Ağamalıyev Z.Z., Rəsulov Ç.Q. Para-tsikloalkilfenolamin oliqomerlərinin alınması və örtükəməlgətirici kimi tətbiqi / Akademik Əli Musa oğlu Quliyevin 110 illik yubileyinə həsr olunmuş "Müxtəlif Təyinatlı Üzvi Maddələr və Kompozision Materiallar" mövzusunda respublika elmi konfransı, Aşqarlar Kimyası İnstitutu, Bakı, 1-2 iyun 2022, s.165-166.

ИССЛЕДОВАТЬ ВОЗМОЖНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ МОДИФИКАЦИИ СТИРОЛ-БУТАДИЕНОВОГО КАУЧУКА СТИРОЛ-БУТАДИЕН-СТИРОЛ

И.Г. Мовлаев[1], А.Ф. Мамедова[2], Н.И.Расулзаде[3]

[1,2,3]Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан

1 http://orcid.org/0000-0001-6241-9892

2 http://orcid.org/0000-0002-1938-1320

Полимерная промышленность стремится использовать более устойчивые и экологически чистые методы производства. В то же время спрос на высокопроизводительные материалы с улучшенными свойствами продолжает расти в различных отраслях промышленности, включая автомобилестроение, строительство и упаковку. В этом контексте модификация стирол-бутадиенового каучука стирол-бутадиен-стиролом представляет собой перспективный способ решения проблем как долговечности, так и эксплуатационных характеристик.

Его включение в стирол-бутадиеновый каучук может потенциально улучшить механические, термические и другие свойства полученного композитного материала. Целью данной статьи является исследование возможности и эффективности модификации стирол-бутадиен-стирольного каучука стирол-бутадиен-стирольным каучуком. Целью исследования является понимание влияния стирол-бутадиен-стирола на реологические, механические и термические свойства композитного материала. Целью этого исследования является предоставление ценной информации для разработки прочных и высокопроизводительных полимерных композитов путем выяснения взаимосвязи между свойствами композита и наполнителя.

Ключевые слова: полимер, стирол-бутадиен, реологические, механические, термические, свойства

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0537

THE STUDY OF THE PROPERTIES OF COMPOSITIONS BASED ON THE MIXTURE OF TERNARY ETHYLENE-PROPYLENE RUBBER AND POLYVINYL CHLORIDE PLASTICATE

F.A.Amirli[1], İ.H.Mövlayev[2], A.F.Məmmədova[3], E.N.Talibov[4]

1,2,3 Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan

1https://orcid.org/0000-0002-9095-2982
2 http://orcid.org/0000-0001-6241-9892
3 http://orcid.org/0000-0002-1938-1320
4http://orcid.org/0009-0008-4836-2226

ABSTRACT

In this scientific research study, terpolymer ethylene-propylene rubber (SKEPT) is used, and its glass transition temperature varies between -54°C and -64°C depending on the propylene ratio. Therefore, it exhibits good low-temperature properties. Since SKEPT is saturated, it has excellent resistance to heat, oxygen, ozone, and weather conditions. It can be used continuously at 150°C. Due to its excellent static and dynamic properties, it is widely used in the automotive industry, hoses, and profiles. Along with these positive properties, terpolymer ethylene-propylene rubber also has some drawbacks: it does not blend well with unsaturated rubbers, has poor processability, and low flame resistance, among others.

To improve the compatibility of terpolymer ethylene-propylene rubber with unsaturated rubbers and enhance the processing conditions, it has been modified with polyvinyl chloride plasticate filled with a phosphorus-containing filler (F.M.D.) in various proportions. The volume flow and rheological properties of the blend under different temperatures and stresses have been investigated.

Keywords: terpolymer ethylene-propylene rubber, phosphorus-containing mineral filler, polyvinyl chloride plasticate, binary mixture, volume flow, displacement rate, displacement stress, rheological property.

Introduction

The problem of creating composite materials with improved properties is primarily solved by searching for optimal combinations of high-tonnage polymers. An effective way to obtain new materials with the required performance characteristics is to mix two or more polymers [1-4, 11,12].

A significant advantage of this method in polymer composite production is its ability to create stable compositions with superior properties compared to conventional polymer blends. The formation of their structure and properties is significantly influenced by the conditions of mixing and processing, as well as the application of various additives [5].

In this study, terpolymer ethylene-propylene rubber was used. As is known, compositions based on terpolymer ethylene-propylene rubber are widely used in the production of high-

temperature (up to 150°C) and ozone-resistant products. However, it also has some drawbacks, such as limited compatibility with unsaturated rubbers, low vulcanization rate, low convective adhesion of the resulting compositions, weak interaction with metals, and insufficient strength, which restrict its application.

To eliminate these disadvantages, terpolymer ethylene-propylene rubber is modified with polyvinyl chloride plasticate filled with a phosphorus-containing filler in various proportions. [6].

Metods

The research work involved the use of a ternary ethylene-propylene rubber, polyvinyl chloride (PVC), dioctyl phthalate (DOP), and phosphorus-containing mineral filler. Initially, the polyvinyl plasticate was prepared by mixing 10 parts by weight of PVC with 4 parts by weight of DOP at 80°C for 15-20 minutes with intensive stirring. Then, the prepared polyvinyl chloride plastic was mixed with phosphorus-containing mineral filler in various proportions (3, 6, 9, and 12 parts by weight) using a mechanical mixer. Afterward, a ternary ethylene-propylene rubber was plastified at 40-60°C for 3-4 minutes in a laboratory kneader. The prepared polyvinyl chloride plasticate, filled with the phosphorus-containing filler, was added and mixed for 5-8 minutes to form composites (Table 1).

The flow indices of the prepared composites were studied under the influence of a 20.85 kg load at 100-120°C using an IIRT-4 device[7-10].

Next, the composites were tested under various loads (11.75, 20.85, 26.85, and 34.85 kg) at 100-120°C, and the times for the flow of the material through a capillary with a diameter of 0.954 mm were recorded, at a distance of 0.02 cm from the capillary, using the IIRT-4 viscometric device (Table 2).

Table 1. Composition of blends of PVC plasticate filled with phosphorus-containing mineral filler for SKEP and SKEPT

№	Components	1	2	3	4	5	6
1	SKEPT-60	100	100	100	100	100	100
2	FMD	-	-	3	6	9	12
3	DOF	-	4	4	4	4	4
4	PVX	-	10	10	10	10	10

Table 2. Times spent for the flow of composites at 100°C and 120°C under various loads at a distance of 0.02 cm, in seconds.

№	100°C			
	yüklər, kq			
	11.75	20.85	26.85	34.85
1	1397.65	225.29	124.29	61.52
2	379.16	99.39	61.28	34.09
3	429.01	113.18	66.81	35.75
4	413.10	95.32	58.27	32.63
5	495.43	127.68	82.29	45.13

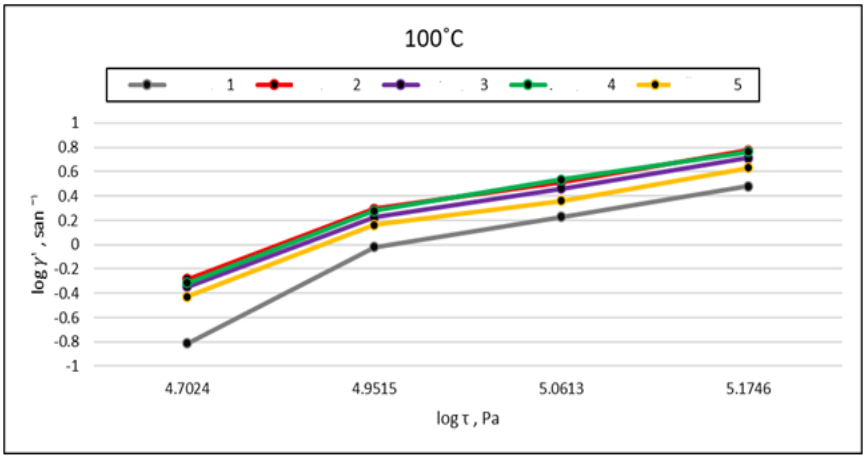


Figure 1. Dependency of the actual displacement velocity on the displacement stress at 100°C temperature.

Result

Composites were prepared based on a ternary ethylene-propylene rubber and a mixture of ternary ethylene-propylene rubber filled with various proportions of phosphorus-containing mineral filler and polyvinyl chloride.

The volume consumption of the melts of SKEPT-60 and the prepared composites was studied. At the same time, their melt log γ′ - log τ curve graphs were constructed. Based on the results, it can be concluded that composites prepared from a mixture of polyvinyl chloride plasticate filled with phosphorus-containing mineral filler (6-9 parts) and ternary ethylene-propylene rubber show promising properties.

References

1. Properties of vulcanizates based on nitrile butadiene rubber in the occurrence of halomethyl-containing compounds, Functional Materials, 30, No.3 (2023), p. 393-397

2. The effect of composition and structure of nbr-based elastomer blends in the vulcanization process andstudy of their aging by exposure to heat and radiation, Chemıstry &Amp; Chemıcal Technology,Vol. 17, 2023, No. 4, pp. 829–835,

3. Investigation of the rheological structural parameters of a network of NBR-based vulcanizates with theparticipation of chlorine-containing, Journal of new technology and Materials, Vol 13, ISSUE 1,2023,70-74

4. Свойства вулканизатов на основе бутадиен-нитрильного каучука в присутствии галогенметил содержащих соединений, Journal of Baku Engineering University Mechanıcal And Industrıal Engıneerıng, Vol.6 №2,2022

5. Влияние нагрева на структурные параметры нитрилбутадиенового каучука в присутствии хлорсодержащих соединений, Azerbaijan Chemical Journal, 2023, №4 P 91-97

6. Исследование особенности вулканизации и характера вулканизационных структур бутадиен-нитрильного каучука, Sumqayit Dövlət Universiteti Elmi Xəbərlər, Təbiət və texniki elmlər bölməsi, Cild 23, № 3, 2023

7. Amirli F.A., Movlayev I.H., Aliyeva G.A., Mammadova A.F. Compositions based on modified and filled epoxy oligomer. PPOR, Vol. 24, No. 4, 2023, pp. 689-696
https://ppor.az/index.php/ppor/article/view/295/259
8. Movlayev I.G., Mammadova A.F. Determination of the main parameters of the modified epoxide oligomer. International Science Group. International Science Journal of Engineering & Agriculture, 2024, Vol.3, No.6, pp.95-100
9. Amirli F.A., Movlayev İ.H. Compositions based on modified epoxy oligomer. Processes of Petrochemistry and Oil Refining, PPOR, №3, 2024, pp.786-792
https://doi.org/10.62972/1726-4685.2024.3.786
10. Amirli F.A., Movlayev I.H., Mammadova A.F. Study of the rheology properties of the mixture of terminal ethylene-propylene rubber with benzynamine-modified phenol-formaldehyde oligomer. PPOR,Vol. 26, No. 1, 2025, pp.229-239. https://doi.org/10.62972/1726-4685.2025.1.229
11. Aghamaliyev Z.Z., Naghiyeva M.V., Rasulov Ch.K. Synthesis of 2-Hydroxy-3-(methylcyclo-hexenylisopropyl)-5-methylbenzylaminoethylnonyl imidazolines - the thermostabilizers to polypropylene // ScientificNet. Publisher in Materials Science & Engineering. Materials Science Forum, Switzerland, 2018. Vol. 935, p. 155-159.
12. Aghamaliyev Z.Z. Production and properties of surface-active compositions based on oxygenized nonylphenol and alkylymidazolines. // Processes of Petrochemistry and Oil Refining, Baku, 2021, Vol.22, No. 1, p. 50-57.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ СМЕСИ ТЕРПОЛИМЕРНОГО ЭТИЛЕНО-ПРОПИЛЕНОВОГО РЕЗИНА И ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНОГО ПЛАСТИКАТА

Ф.А.Амирли[1], И.Х.Мовлаев[2], А.Ф.Мамедова[3], Э.Н.Талибов[4]
[1,2,3] Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан
[1] https://orcid.org/0000-0002-9095-2982
[2] http://orcid.org/0000-0001-6241-9892
[3] http://orcid.org/0000-0002-1938-1320
[4] http://orcid.org/0009-0008-4836-2226

РЕЗЮМЕ

В данном научном исследовании использован терполимер этилен-пропиленового каучука (SKEPT), температура его стеклования варьируется от -54°C до -64°C в зависимости от соотношения пропилена. Это придает ему хорошие свойства при низких температурах. Поскольку SKEPT насыщен, он обладает отличной стойкостью к теплу, кислороду, озону и атмосферным условиям. Он может использоваться непрерывно при температуре до 150°C. Благодаря своим отличным статическим и динамическим свойствам, он широко используется в автомобильной промышленности, для шлангов и профилей. Наряду с этими положительными свойствами, терполимер этилен-пропиленового каучука имеет некоторые недостатки: он плохо сочетается с ненасыщенными каучуками, имеет низкую обрабатываемость и слабую огнестойкость и другие.

Для улучшения совместимости терполимерного этилен-пропиленового каучука с

ненасыщенными каучуками и улучшения условий переработки, он был модифицирован поливинилхлоридным пластикатом с фосфоросодержащим наполнителем (Ф.М.Д.) в различных пропорциях. Исследованы объемные потоки и реологические свойства смеси при различных температурах и нагрузках.

Ключевые слова: *фосфоросодержащий минеральный наполнитель, поливинилхлоридный пластикат, бинарная смесь, объемный поток, скорость смещения, напряжение смещения, реологическое свойство.Ключевые слова:. полимер, стирол-бутадиен, реологические, механические, термические, свойства*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0542

STUDY OF THE PROPERTIES OF COMPOSITES BASED ON THE MECHANICAL-CHEMICAL MODIFICATION OF ETHYLENE-PROPYLENE RUBBER WITH STYRENE-BUTADIENE-STYRENE

İ.H.Mövlayev[1], A.F.Məmmədova[2], H.E.Shahverdiyev[3]

1,2,3 Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan
1 http://orcid.org/0000-0001-6241-9892
2 http://orcid.org/0000-0002-1938-1320
3http://orcid.org/0009-0001-1646-5318

ABSTRACT

This study investigates the properties of composites based on the mechanical-chemical modification of ethylene-propylene rubber (EPR) with styrene-butadiene-styrene (SBS). The aim is to enhance the material's mechanical, rheological, and thermal properties through the modification process. EPR, known for its excellent resistance to environmental factors, undergoes a modification process to improve its compatibility with SBS, a thermoplastic elastomer. The resulting composites exhibit improved strength, elasticity, and thermal stability, which can be tailored for various industrial applications.

Key factors such as the effects of SBS content, temperature, and applied stress on the composite properties are examined. The study explores the potential of these modified composites in applications requiring high-performance materials, such as in the automotive, construction, and packaging industries. The findings contribute to the development of advanced polymer composites with enhanced durability, processability, and overall performanc

Keywords: polymer, styrene-butadiene, rheological, mechanical, thermal, properties

Introduction

In recent years, the development of polymer composites with enhanced mechanical and physical properties has attracted significant attention in material science and engineering. Ethylene-propylene rubber (EPR) is widely used in various industries due to its excellent resistance to weathering, ozone, and heat. However, its mechanical strength and compatibility with other polymers often require modification to expand its application range. One promising approach is the mechanical-chemical modification of EPR with styrene-butadiene-styrene (SBS) copolymers, which can improve the overall performance of the resulting composite.

Mechanical-chemical modification involves the combined influence of mechanical forces and chemical interactions, leading to the formation of polymer blends with enhanced interfacial adhesion, improved elasticity, and better processing characteristics. SBS, as a thermoplastic elastomer, possesses excellent mechanical strength, elasticity, and compatibility with various polymer matrices. By incorporating SBS into EPR through mechanical-chemical methods, it is possible to achieve composites with superior properties such as increased tensile strength, improved impact resistance, and enhanced optical characteristics.

This study aims to investigate the effect of mechanical-chemical modification on the

structural, mechanical, and optical properties of EPR-based composites. A particular focus is given to evaluating the impact of SBS content on the morphology, gloss, and durability of the resulting materials. The findings of this research will contribute to the development of high-performance polymer composites for applications in the automotive, construction, and packaging industries. [1-3, 11, 12].

Metods

The flow times of composite melts over a distance of s = 0.02 cm under the influence of various loads at temperatures of 100 and 120°C are presented.

№	100°C				120°C			
	Loads, kg				Loads, kg			
	11.75	20.85	26.85	34.85	11.75	20.85	26.85	34.85
1	695.22	196.15	120.29	67.44	589.19	132.05	79.94	45.31
2	871.11	152.24	86.81	44.82	425.83	91.87	54.78	28.53
3		231.01	135.34	71.67	574.87	118.04	65.73	34.46
4		182.62	107.66	60.74	350.52	74.48	45.9	28.15
5		175.26	98.24	50.45	614.83	123.75	60.8	40.84
6		163.26	92.81	49.46	406.29	90.24	54.03	31.83

The table records the flow times (in seconds) of melts passing through a 2 mm capillary under various temperature and load conditions. Accordingly, the first, second, third, and fourth load values are G_1 = 11.75 kg, G_2 = 20.85 kg, G_3 = 26.85 kg, and G_4 = 34.85 kg [4-7].

The pressure exerted by the load on the surface of the samples was calculated using the following formulas.

$$P_1 = \frac{G_1}{\frac{\pi D_s^2}{4}} = \frac{11{,}75}{\frac{3{,}14\cdot(0{,}954)^2}{4}} = \frac{11{,}75}{0{,}7144} = 16{,}445\ {}^{kq}/_{sm^2}$$

$$P_2 = \frac{G_2}{\frac{\pi D_s^2}{4}} = \frac{20{,}85}{\frac{3{,}14\cdot(0{,}954)^2}{4}} = \frac{20{,}85}{0{,}7144} = 29{,}181\ {}^{kq}/_{sm^2}$$

$$P_3 = \frac{G_3}{\frac{\pi D_s^2}{4}} = \frac{26{,}85}{\frac{3{,}14\cdot(0{,}954)^2}{4}} = \frac{26{,}85}{0{,}7144} = 37{,}578\ {}^{kq}/_{sm^2}$$

$$P_4 = \frac{G_4}{\frac{\pi D_s^2}{4}} = \frac{34{,}85}{\frac{3{,}14\cdot(0{,}954)^2}{4}} = \frac{34{,}85}{0{,}7144} = 48{,}775\ {}^{kq}/_{sm^2}$$

Here:

D_s – the diameter of the cylinder in the equipment where the samples are loaded (**D = 0.954 cm**). The displacement stresses **P_1, P_2, P_3, and P_4** resulting from the influence of the applied loads on

the **SCS-SBS binary blend melts** are calculated using the following formula along the length of the capillary [8-10].

Let's calculate the corresponding stresses of the binary blend melts:

$$\tau_1 = \frac{P_1 \cdot r}{2l} = \frac{16{,}445 \cdot 0{,}05}{1{,}6} = 0{,}5139062\, kq/sm^2 \cdot 9{,}806 \cdot 10^4 = $$
$$= 5{,}0394 \cdot 10^4;\ log\, 5.0394 \cdot 10^4 = 4.7024\, Pa$$

$$\tau_2 = \frac{P_2 \cdot r}{2l} = \frac{29{,}181 \cdot 0{,}05}{1{,}6} = 0.911906\, kq/sm^2 \cdot 9{,}806 \cdot 10^4 = $$
$$= 8{,}94215268 \cdot 10^4 Pa\ ;\ log\, 8{,}94215268 \cdot 10^4 = 4.9515\, Pa$$

$$\tau_3 = \frac{P_3 \cdot r}{2l} = \frac{37{,}578 \cdot 0{,}05}{1{,}6} = 1{,}174312\, kq/sm^2 \cdot\ 9{,}806 \cdot 10^4 = $$
$$= 11{,}515308 \cdot 10^4 Pa\ ;\ log\, 23{,}0310 \cdot 10^4 = 5{,}0613\, Pa$$

$$\tau_4 = \frac{P_4 \cdot r}{2l} = \frac{48{,}775 \cdot 0{,}05}{1{,}6} = 1{,}524218\, kq/sm^2 \cdot 9{,}806 \cdot 10^4 = $$
$$= 14{,}946489 \cdot 10^4 Pa\ ;\ log\, 29{,}8932 \cdot 10^4 = 5{,}1746 Pa$$

The volumetric flow rate of composites under the influence of various loads at 100°C, measured in cm³

Samples	Loads, kg			
	11.75	20.85	26.85	34.85
1	0.000021	0.00007284	0.000119	0.000212
2	0.000016	0.00009385	0.000164	0.000312
3	0	0.00006185	0.000105	0.000199
4	0	0.00007223	0.000133	0.000235
5	0	0.00008152	0.000145	0.000283
6	0	0.00008751	0.000154	0.000289

The volumetric flow rate of composites under the influence of various loads at 120°C, measured in cm³

Samples	Loads,kg			
	11.75	20.85	26.85	34.85
1	0.00002425	0.00010824	0.00017873	0.00031540
2	0.00003355	0.00015552	0.00026083	0.00050063
3	0.00002485	0.00012104	0.000421737	0.00041463
4	0.00004076	0.00019184	0.00031128	0.00050757
5	0.00002324	0.00011546	0.00023500	0.00034985
6	0.00003517	0.00015833	0.00026445	0.00044888

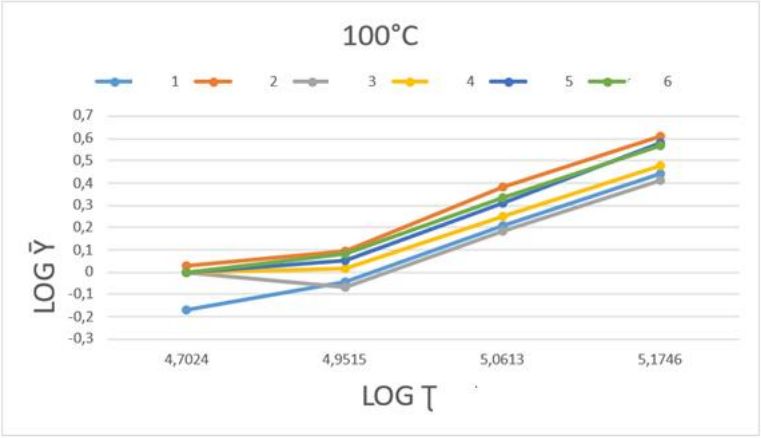


Fig. 1. Dependence of the true shear rate on shear stress at 100°C

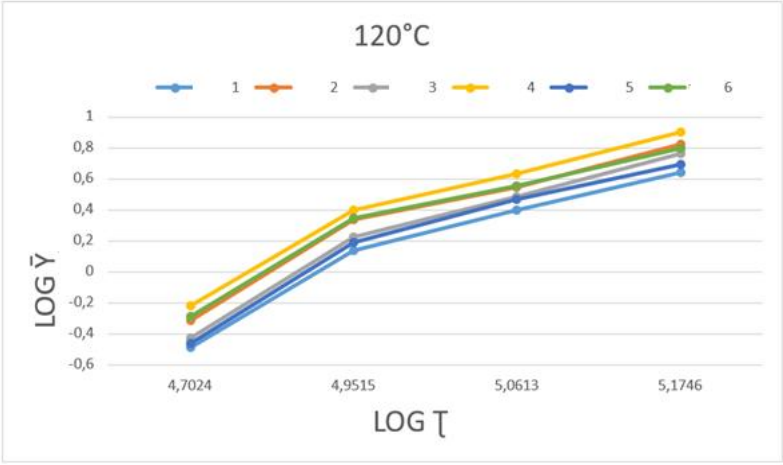


Fig. 1. Dependence of the true shear rate on shear stress at 120°C

Conclusion

The study of composites based on the mechanical-chemical modification of ethylene-propylene rubber (EPR) with styrene-butadiene-styrene (SBS) has demonstrated significant improvements in the mechanical and physical properties of the material. The modification process enhanced the interfacial bonding between EPR and SBS, leading to composites with improved tensile strength, elasticity, and durability.

At temperatures of 100°C and 120°C, the composite materials exhibited enhanced flow behavior and reduced viscosity under various loads, which suggests better processability and stability under high-stress conditions. The incorporation of SBS also contributed to improved optical properties, such as gloss, which are crucial for certain applications in automotive and packaging industries.

The results of this study show that mechanical-chemical modification can be an effective strategy to enhance the performance of EPR-based composites. These findings provide valuable insights into the development of high-performance materials suitable for a wide range of industrial applications, including automotive parts, seals, and gaskets, where

enhanced mechanical properties and durability are critical.

Future research could focus on optimizing the ratio of EPR to SBS and exploring the effects of other modifiers to further improve the properties of these composites. Additionally, the long-term stability and environmental impact of these materials should be assessed to ensure their sustainability and viability in various industries.

References

1. Properties of vulcanizates based on nitrile butadiene rubber in the occurrence of halomethyl-containing compounds, Functional Materials, 30, No.3 (2023), p. 393-397
2. The effect of composition and structure of nbr-based elastomer blends in the vulcanization process andstudy of their aging by exposure to heat and radiation, Chemıstry &Amp; Chemıcal Technology,Vol. 17, 2023, No. 4, pp. 829–835,
3. Investigation of the rheological structural parameters of a network of NBR-based vulcanizates with theparticipation of chlorine-containing, Journal of new technology and Materials, Vol 13, ISSUE 1,2023,70-74
4. Свойства вулканизатов на основе бутадиен-нитрильного каучука в присутствии галогенметил содержащих соединений, Journal of Baku Engineering University Mechanıcal And Industrıal Engıneerıng, Vol.6 №2,2022
5. Влияние нагрева на структурные параметры нитрилбутадиенового каучука в присутствии хлорсодержащих соединений, Azerbaijan Chemical Journal, 2023, №4 P 91-97
6. Исследование особенности вулканизации и характера вулканизационных структур бутадиен-нитрильного каучука, Sumqayit Dövlət Universiteti Elmi Xəbərlər, Təbiət və texniki elmlər bölməsi, Cild 23, № 3, 2023
7. Amirli F.A., Movlayev I.H., Aliyeva G.A., Mammadova A.F. Compositions based on modified and filled epoxy oligomer. PPOR, Vol. 24, No. 4, 2023, pp. 689-696
https://ppor.az/index.php/ppor/article/view/295/259
8. Movlayev I.G., Mammadova A.F. Determination of the main parameters of the modified epoxide oligomer. International Science Group. International Science Journal of Engineering & Agriculture, 2024, Vol.3, No.6, pp.95-100
9. Amirli F.A., Movlayev İ.H. Compositions based on modified epoxy oligomer. Processes of Petrochemistry and Oil Refining, PPOR, №3, 2024, pp.786-792
https://doi.org/10.62972/1726-4685.2024.3.786
10. Amirli F.A., Movlayev I.H., Mammadova A.F. Study of the rheology properties of the mixture of terminal ethylene-propylene rubber with benzynamine-modified phenol-formaldehyde oligomer. PPOR,Vol. 26, No. 1, 2025, pp.229-239
11. Aghamaliyev Z.Z., Naghiyeva M.V., Rasulov Ch.K. Synthesis of 2-Hydroxy-3-(methylcyclo-hexenylisopropyl)-5-methylbenzylaminoethylnonyl imidazolines - the thermostabilizers to polypropylene // ScientificNet. Publisher in Materials Science & Engineering. Materials Science Forum, Switzerland, 2018. Vol. 935, p. 155-159.
Doi: 10.4028/www.scientific.net/MSF.935.155
12. Aghamaliyev Z.Z. Production and properties of surface-active compositions based on oxygenized nonylphenol and alkylymidazolines. // Processes of Petrochemistry and Oil Refining, Baku, 2021, Vol.22, No. 1, p. 50-57.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ МЕХАНО-ХИМИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ ЭТИЛЕНПРОПИЛЕНОВОГО КАУЧУКА СТИРОЛОМ-БУТАДИЕН-СТИРОЛОМ

И.Х.Мовлаев[1], А.Ф.Мамедова[2], Х.Э.Шахвердиев[3]
1,2,3 Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан
1 http://orcid.org/0000-0001-6241-9892
2 http://orcid.org/0000-0002-1938-1320
3 http://orcid.org/0009-0001-1646-5318

В данной статье рассматривается исследование, посвященное улучшению или модификации свойств этилен-пропиленового каучука (EPR) с помощью механических и химических процессов, а также с использованием смеси с стирен-бутадиен-стиреном (SBS). Исследования, проведенные в этой области, обычно направлены на изучение таких характеристик материалов, как прочность, эластичность, долговечность и устойчивость к воздействиям окружающей среды полученных композитов.
Тема данного исследования — "Изучение свойств композитов, основанных на механико-химической модификации этилен-пропиленоого каучука с стирен-бутадиен-стиреном" — направлена на понимание того, как механические и химические свойства этилен-пропиленового каучука (EPR) могут быть изменены путем смешивания с стирен-бутадиен-стиреном (SBS). Это исследование имеет важное значение для материаловедения и полимерной инженерии, так как направлено на создание композитных материалов с улучшенными эксплуатационными характеристиками для различных областей применения.
Ключевые слова: полимер, стирен-бутадиен, реологический, механический, тепловой, свойства

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0548

BIOPLASTICS: A SUSTAINABLE ALTERNATIVE TO TRADITIONAL PLASTICS

[1]Amirli Fariz, [2,3]Azizbayli Hamida, [4]Nadirova Aydan

[1][Head of Department "Technology of organic substances and high molecular compounds", Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan, email: fariz.emirov@asoiu.edu.az , http:orcid.org//0000-0002-9095-2982]
[2][Doctor of philosophy, Lecturer, Department of "Technology of organic substances and high molecular compounds", Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan, email: hamida.azizbayli@asoiu.edu.az, http:orcid.org//0000-0002-5341-6750]
[3][Leading scientific researcher, the Institute of Petrochemical Processes of Ministry of Science and Education Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan, email: ezizbeylihemide@yahoo.com , http:orcid.org//0000-0002-5341-6750]
[4][Bachelor student of chemical technology faculty, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan, email: nadirova1107@gmail.com]
Corresponding author's email: nadirova1107@gmail.com

ABSTRACT

The aim of this study is to examine traditional plastics, bioplastics, and biodegradable plastics in terms of their technological, environmental, and economic status, and determine their potential to ensure sustainable circulation.The study is intended to collect, systematize, and critically evaluate data on production methods, chemical composition, physical and mechanical properties, and degradation conditions of the materials.Traditional plastics, primarily derived from fossil fuels, exhibit significant durability yet pose severe environmental hazards due to their resistance to degradation and high carbon footprint. Alternately, bioplastics are sourced from renewable biomass and can reduce dependence on fossil resources, potentially lowering greenhouse emissions. However, they face challenges such as high production costs and competition with food crops for resources. Biodegradable plastics, designed to decompose through microbial action, offer a promising solution to mitigate plastic waste. Yet, for effective biodegradation, they often require specific environmental conditions that may not be readily available in natural settings.The Organization for Economic Co-operation and Development predicts that global plastic consumption will triple between 2019 and 2060, from 460 million tonnes to 1.23 billion tonnes annually. The plastics industry must find sustainable ways to reduce their environmental impact from inception through disposal as plastics are the foundation of many essential industries. One solution is the use of bioplastics, which are plastics made entirely or in part from renewable feedstock sources,such as corn and sugarcane.Some bioplastics are also biodegradable or compostable, but their widespread use is hindered by material limitations.Manufacturers can improve the environmental impact of their products and advance a circular economy by implementing renewable, bio-based, or biodegradable polymers, even though bioplastics are not the only solution to the plastics industry's sustainability problems.According to Custom Market Insights, the worldwide bioplastics market is expected to reach $29.8 billion by 2030, making this an excellent time to assess the potential of bioplastics.

Keywords: traditional plastics, bioplastics, biodegradable plastics, sustainability, circular economy

Introduction

Integrated methodology in the present work includes experimental synthesis, physicochemical characterization, life cycle analysis, and modelling for the evaluation and comparison of bioplastic, conventional plastic, and biodegradable plastic. The conventional plastics are prepared by conventional petroleum and natural gas polymerization, while the bioplastics are prepared from renewable biomass sources (such as sugarcane or corn) through the application of fermentation processes to produce bioethanol, which is subsequently polymerized to materials such as bio-polyethylene. Biodegradable plastics such as polylactide (PLA) or polyhydroxyalkanoates (PHA) are either produced by fermentation of crop feedstocks or by bacterial synthesis and then extraction and purification of the polymers, using modifications of existing procedures. The samples thus obtained are subjected to extensive analysis: determination of mechanical properties (elastic modulus, stress, and elongation), differential scanning calorimetry (DSC) and thermogravimetric analysis (TGA) to detect thermal analysis, and infrared spectroscopy (FTIR) to detect chemical analysis to identify structural characteristics. For determining biodegradability of the test samples, experiments on composting and decomposition in soil or water are carried out under standard temperature, humidity and microbial activity conditions, allowing it to simulate real conditions of the usage cycle. As part of the comprehensive evaluation of ecological performance, an LCA is performed, with calculations of energy intensity, greenhouse gas emissions, and impact on ecosystems. One of the most important features of the research is the employment of modern computational models, like deep learning for the prediction of properties of new polymer systems, allowing optimization of composition and conditions of synthesis based on experimentally derived data. The same multisciplinary nature allows for replicability of the results of the research and further inclusion of data for making propositions on a transition to more ecologically friendly materials.

1. Traditional plastics

General plastics, now widely employed in contemporary industry, are synthetic polymers based on fossil raw materials such as oil and natural gas [1]. Their production is based on the polymerization of hydrocarbon monomers obtained by refining crude oil. In production, the major monomers (e.g. ethylene, propylene, vinyl chloride) are first purified by cracking and distillation, after which they undergo catalytic or radical polymerization to form long polymer chains. Examples of traditional plastics are polyethylene (PE), polyethylene terephthalate (PET), and polypropylene (PP).

As an added benefit of their high-performance properties and cost-effectiveness, traditional plastics have several harsh drawbacks. Their primary problem is that they resist natural degradation very much, and therefore, they accumulate in the environment and form microplastics. Plastics have the potential to remain in the environment for hundreds of years, polluting water bodies, and soils and damaging biodiversity. In addition, the production of traditional plastics involves significant energy costs and high levels of greenhouse gas emissions, thus exacerbating the problem of global warming.

Conventional plastic recycling mechanisms are being enhanced, but a high percentage of them end up in the landfill or the natural environment. This prompts the scientific world to seek and develop alternatives, including bioplastics and biodegradable plastics, which can reduce the environmental burden. However, conventional plastics remain indispensable in most uses since they are resilient, versatile, and cost-effective [2].

2. Bioplastics

Bioplastics are plastics made wholly or partly from renewable biological resources such as corn, sugar cane, algae, and plant starches. Unlike traditional plastics derived from oil and natural gas, bioplastics are based on feedstocks that can be reproduced at a much higher rate, potentially reducing the carbon footprint of production. One of the best-known examples is polylactide (PLA), a thermoplastic polyester produced through the fermentation of sugars, primarily from cornstarch, followed by the polymerization of lactate. Another important class is polyhydroxyalkanoates (PHAs), which are naturally synthesized by microorganisms through the storage of excess carbon and are completely biodegradable under certain conditions.

The main benefit of bioplastics is the reduction of dependence on fossil resources and the reduction of greenhouse gas emissions, which is in line with the principles of sustainable development and the circular economy. Due to their chemical similarity to traditional plastics, such materials can be incorporated into existing recycling streams, facilitating their integration into industrial production. However, the production of bioplastics also faces some challenges, including high raw material costs, competition with food crops, and the need for specialized recycling or composting infrastructure. These aspects require further research and technological improvements to optimize production processes and ensure an efficient recycling cycle.

Thus, bioplastics represent a promising alternative to traditional plastics, helping to reduce their negative environmental impact. However, their widespread use requires an integrated approach, including improving technological processes, developing a recycling system, and gaining government support [3].

3. Biodegradable plastics

Biodegradable plastics are polymeric materials that can be broken down by microorganisms such as bacteria and fungi into harmless products like water, carbon dioxide and biomass. The main benefit of these materials is that they can stop plastic waste from piling up in the environment, hence reducing soil and water pollution [4].

Biodegradable plastics can be classified into two main categories: biopolymers from renewable materials and chemically synthesized biodegradable polymers. Biopolymers derived from renewable resources are compounds like polylactide (PLA) from plant sugar fermented as a feedstock and polyhydroxyalkanoates (PHAs) chemically produced from plant oils or sugars through the action of microorganisms. Synthetically derived polymers are compounds like polycaprolactone (PCL) and aromatic aliphatic copolymers, which when chemically synthesized hold the potential for biodegradability.

The biodegradation of plastic is dependent on the polymer structure and the conditions present. As an example, polyesters such as PCL degrade faster with the hydrolysis of the esters. Nevertheless, both the rate and extent of degradation may vary greatly based on parameters such as temperature, water, and the presence of microorganisms. For anaerobic conditions, i.e., conditions lacking oxygen, degradation decreases in rate. Degradation is increased with aerobic conditions such as composting [5].

While the clear environment benefits, there are some drawbacks to biodegradable plastics. They all require to take place under some specific special conditions such as high temperature and humidity, both of which occur in plants but rarely within the environment naturally. Apart from this, in the absence of collection and recycling technology specially meant for harvesting

biodegradables, even their breakdown into plastic waste might not be enough. Thus, to ensure the successful use of biodegradable plastics, there is a need to create the proper infrastructure and to make people aware of the proper disposal of these materials.

Biodegradable plastics are therefore a promising method of reducing the negative impact of plastic waste on the environment. The successful use of biodegradable plastics, however, requires a multiple strategy, including the development of production technology, establishment of recycling and composting facilities, and population education in properly disposing of these materials [6].

Based on the aforementioned information about traditional plastics, bioplastics, and biodegradable plastics, here is a table summarizing the key characteristics of each material type:

Following table provides a comparative overview of different types of plastics, their characteristics, and their environmental impact.

Table 1. Comparative overview of different types of plastics, their characteristics, and their environmental impact

Characteristics	Traditional plastic	Bioplastic	Biodegradable plastic
Raw Material Source	Fossil resources (oil, natural gas)	Renewable resources (vegetable oils, starch, cellulose)	Can be derived from both renewable and fossil resources
Biodegradability	Typically non-biodegradable; can take hundreds of years to decompose	Not necessarily biodegradable; depends on the type of bioplastic	Designed to biodegrade under the action of microorganisms
Production Cost	Relatively low; established technologies	Generally higher due to the cost of raw materials and technologies	May be higher due to specific production requirements
Environmental Impact	High carbon footprint; contributes to waste accumulation	Potentially lower carbon footprint; depends on disposal conditions	Reduces waste accumulation when properly disposed of
Recycling Infrastructure	Well-developed; available in most regions	Limited; requires specialized facilities	Requires specific conditions for composting or recycling

Note: Bioplastics are not necessarily biodegradable and may not decompose faster than plastics derived from fossil resources.

The BIO-PLASTIC-RISK project, led by Professor Richard Thompson from the University of Plymouth, aimed to comprehensively examine the environmental risks of biodegradable bioplastics (BBP) [7]. The research sought to analyse the chemical composition of various types of BBP to establish their environmental safety and degradation rates, compare their degradation rates in seawater and soil to establish their impacts on ecosystems, study their effects on aquatic and soil organisms such as mussels and earthworms to establish any potential ecological risks and establish their impacts on some of the key ecosystem processes such as nutrient cycles and biodiversity.

To achieve these objectives, the research team employed a combination of field studies and laboratory experiments. Field studies were conducted across different ecological zones where BBP would degrade, allowing observation of environmental interactions under real-world conditions. Laboratory experiments allowed controlled environments for close study of

degradation processes and organism interactions.
The project results gave valuable data on the potential risks and benefits of the use of BBP, informing policy and waste management choices. The findings also formed the basis for the development of guidelines for the safe use and disposal of bioplastics.
The BIO-PLASTIC-RISK project, conducted by scientists at the University of Plymouth, UK, yielded the following key findings:
The first experiment used high concentrations of polyester, viscose, and lyocell biofibres added to soil. After 72 hours, earthworm mortality was 30% for polyester, 60% for lyocell, and 80% for viscose. These findings suggest that fibres may be more hazardous to soil organisms than traditional plastic fibres.
In the second experiment, using lower, environmentally relevant concentrations, earthworms in soil with viscose fibres showed reduced reproductive activity. When exposed to lyocell, growth was reduced and burrowing activity increased, suggesting that stress was being placed on the organism.
These results highlight the need for careful impact assessment of new materials proposed as alternatives to traditional plastics before they are widely introduced into the market. Although biofibres are marketed as environmentally friendly, their impact on soil ecosystems may be significant and require further study.

Conclusions

Research on traditional plastics, bioplastics, and biodegradable plastics is faced with several challenges that can have a significant impact on research outcomes. One of the greatest challenges is the challenge of large-scale production of bioplastics to meet the needs of various industries. Researchers are developing efficient and cost-effective methods of large-scale production, for example, optimizing microbial fermentation processes for bioplastics.
Further, bioplastics also exhibit different mechanical properties than ordinary plastics, such as strength, flexibility, and longevity. These have to be developed in order to make their effective utilization in various industries feasible.
The biodegradability of bioplastics also depends on varied conditions, and hence it is difficult to predict and break them down safely. More research is necessary to attribute biodegradability with surety under varying conditions.
Enhancing the availability of feedstocks used to make bioplastics, including the utilization of unconventional feedstocks like algae and agricultural residues, is another challenge. This will reduce competition with food plants and improve the sustainability of bioplastics.
Energy needs for the production of some bioplastics pose a challenge to overall sustainability. Energy-saving manufacturing processes and the use of renewable energy sources have to be formulated in order to reduce environmental pressures.
Some bioplastics are also hard to recycle due to their intricate chemical nature. Better recyclability and compatibility with existing recycling machinery require further studies.
Test standards and certification guidelines for bioplastics must be standardized to ensure quality, safety, and transparency in the marketplace. Industry members and researchers have to work together to establish explicit performance requirements and environmental standards.
The production cost of bioplastics is still a major challenge to their universal adoption, particularly in price-sensitive markets. Decreasing the cost of production through process improvement, raw material choice, and economies of scale is an essential challenge for scientists.

Finally, consumers must be informed about the pros and cons of bioplastics. Developing good communications will enhance awareness and stimulate the adoption of bioplastics as a renewable alternative to traditional plastics. All these constraints should be taken into consideration in plastic, bioplastics and biodegradable plastics research to ensure that results derived are reliable and applicable.

In conclusion, the choice between conventional plastics, biodegradable plastics, and bioplastics entails an integrated consideration of their nature, production, and effect on the environment. Conventional plastics derived from fossil resources are inexpensive and benefit from well-developed recycling technology, but their durability translates to high waste production and a high carbon footprint.

Bioplastics derived from renewable resources can contribute to a reduction of the use of fossil feedstocks and greenhouse gas emissions. Their cultivation, however, may be energy intensive and involve land use in agriculture, thus causing competition for food production and other environmental impacts. In addition, not all bioplastics are biodegradable, and their disposal is problematic.

Biodegradable plastics, regardless of their source, are designed to be broken down by microorganisms, which can help reduce the output of plastic waste. Successful degradation, though, is often realized under specialized conditions, such as industrial composting facilities, that are not always available. Without proper infrastructure and recycling systems, biodegradable plastics may not be able to provide their environmental benefits.

A comprehensive solution is therefore needed to minimize the negative impacts of plastics on the environment. This entails the design and utilization of more environmentally friendly materials, improved recycling and composting infrastructure, and increased public awareness on how to manage different types of plastics. It is only a combination of these solutions that will effectively tackle the problem of plastic pollution and ensure a sustainable future.

References

1. Geyer R, Jambeck JR, Law KL. Production, use, and fate of all plastics ever made. Sci Adv 2017;3(7):1700782.
2. Young B, Hawkins TR, Chiquelin C, Sun P, Gracida-Alvarez UR, Elgowainy A. Environmental life cycle assessment of olefins and by-product hydrogen from steam cracking of natural gas liquids, naphtha, and gas oil. J Cleaner Prod 2022;359:131884.
3. Rosenboom JG, Langer R, Traverso G. Bioplastics for a circular economy. Nat Rev Mater 2022;7(2):117–37.
4. Gisia SD, Gadaletaa G, Gorrasi G. The role of (bio)degradability on the management of petrochemical and bio-based plastic waste. J Environ Manage 2022;310(16):114769
5. Eddie F. Gómez and Frederick C. Michel —"Biodegradability of Conventional and Bio-Based Plastics and Natural Fiber Composites during Composting, Anaerobic Digestion, and Long-Term Soil Incubation" 2013, Polymer Degradation and Stability.
6. Viera JSC, Marques MRC, Nazareth MC, Jimenez PC, Sanz-Lázaro C, Castro ÍB. Are biodegradable plastics an environmental rip off? J Hazard Mater 2021;416:125957.
7. W. Courtene-Jones, F. De Falco, F. Burgevin, R. D. Handy, and R. C. Thompson Are Biobased Microfibers Less Harmful than Conventional Plastic Microfibers: Evidence from

Earthworms Environmental Science & Technology 2024 58 (46), 20366-20377 DOI: 10.1021/acs.est.4c05856

Биопластики: устойчивый альтернатив традиционным пластиковым материалам

Амирли Фариз[1], Азизбейли Гамида[2,3], Надирова Айдан[4]

[1][Заведующий кафедрой «Технология органических веществ и высокомолекулярных соединений», Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан, электронная почта: fariz.emirov@asoiu.edu.az , http:orcid.org//0000-0002-9095-2982]

[2][Доктор философии, преподаватель кафедры «Технология органических веществ и высокомолекулярных соединений», Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан, email: hamida.azizbayli@asoiu.edu.az, http:orcid.org//0000-0002-5341-6750]

[3][Ведущий научный сотрудник, Институт нефтехимических процессов Министерства науки и образования Азербайджанской Республики, Баку, Азербайджан, email: ezizbeylihemide@yahoo.com , http:orcid.org//0000-0002-5341-6750]

[4][Бакалавр химико-технологического факультета, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан, email: nadirova1107@gmail.com]

Электронная почта ответственного автора: nadirova1107@gmail.com

АННОТАЦИЯ

Целью этого исследования является изучение традиционных пластиков, биопластиков и биодеградируемых пластиков с точки зрения их технологического, экологического и экономического состояния, а также определение их потенциала для обеспечения устойчивого оборота. Исследование направлено на сбор, систематизацию и критическую оценку данных о методах производства, химическом составе, физических и механических свойствах и условиях разложения материалов. Традиционные пластики, в основном полученные из ископаемого топлива, демонстрируют значительную долговечность, но при этом представляют серьезную опасность для окружающей среды из-за своей устойчивости к деградации и высокого углеродного следа.С другой стороны, биопластики производятся из возобновляемой биомассы и могут уменьшить зависимость от ископаемых ресурсов, потенциально снижая выбросы парниковых газов. Однако они сталкиваются с такими проблемами, как высокие производственные затраты и конкуренция за ресурсы с продовольственными культурами. Биоразлагаемые пластики, предназначенные для разложения под действием микробов, предлагают многообещающее решение для сокращения количества пластиковых отходов. Тем не менее, для эффективного биоразложения им часто требуются особые условия окружающей среды, которые могут быть недоступны в естественных условиях. Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) прогнозирует, что глобальное потребление пластиков вырастет в три раза с 2019 по 2060 год, с 460 миллионов тонн до 1,23 миллиарда тонн в год. Промышленность пластиков должна найти устойчивые способы снижения своего воздействия на окружающую среду, начиная с момента производства и заканчивая утилизацией, поскольку пластиковые материалы являются основой многих жизненно важных отраслей. Одним из решений является использование биопластиков, которые полностью или частично изготавливаются из возобновляемых источников сырья, таких как кукуруза и сахарный тростник. Некоторые биопластики также являются биодеградируемыми или компостируемыми, но их широкое применение сдерживается ограничениями по материалам. Производители могут улучшить экологическое влияние своих продуктов и развивать циркулярную экономику, внедряя возобновляемые, биобазированные или биодеградируемые полимеры, даже если биопластики не являются единственным решением проблем устойчивости пластиковой промышленности. Согласно

данным Custom Market Insights, ожидается, что мировой рынок биопластиков достигнет 29,8 миллиардов долларов к 2030 году, что делает этот момент отличным для оценки потенциала биопластиков.
Ключевые слова: традиционные пластики, биопластики, биодеградируемые пластики, устойчивое развитие, циркулярная экономика.

Bioplastiklər: Ənənəvi Plastiklərə Dayanıqlı Alternativ

Əmirli Fariz[1], Əzizbəyli Həmidə[2,3], Nadirova Aydan[4]

[1][Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, "Üzvi maddələr və yüksək molekullu birləşmələrin texnologiyası" kafedrasının müdiri, Bakı, Azərbaycan, email: fariz.emirov@asoiu.edu.az , http:orcid.org//0000-0002-9095-2982]
[2][Fəlsəfə elmləri doktoru, "Üzvi maddələr və yüksək molekullu birləşmələrin texnologiyası" kafedrasının müəllimi, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan, email: hamida.azizbayli@asoiu.edu.az , http:orcid.org//0000-0002-5341-65]
[3][Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun aparıcı elmi işçisi, Bakı, Azərbaycan, email: ezizbeylihemide@yahoo.com , http:orcid.org//0000-0002-5341-6750]
[4][Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin kimya texnologiyası fakültəsinin magistr tələbəsi, Bakı, Azərbaycan email: nadirova1107@gmail.com]

Təqdim olunan tədqiqatın məqsədi ənənəvi plastikləri, bioplastikləri və bioloji parçalanan plastikləri texnoloji, ekoloji və iqtisadi vəziyyət baxımından araşdıraraq, onların dayanıqlı dövriyyəni təmin edə bilmə potensialını müəyyən etməkdən ibarətdir. Bunun üçün bioplastiklər və ənənəvi plastiklərin istehsal metodları, kimyəvi tərkibləri, fiziki və mexaniki xüsusiyyətləri və materialların parçalanma şəraiti barədə ədəbiyyat məlumatları toplanılaraq sistemləşdirilmiş və müqayisəli təhlil edilmişdir.
Əsasən qalıq yanacaqlardan əldə edilən ənənəvi plastiklər əhəmiyyətli dərəcədə davamlılıq göstərsələr də, onların deqradasiyaya qarşı müqaviməti və yüksək karbon izi ciddi ekoloji təhlükələr yarada bilir. Alternativ olaraq, bioplastiklər bərpa olunan biokütlədən əldə edildiyi üçün fosil ehtiyatlarından asılılığı azaltmağa imkan verərək, potensial olaraq istixana emissiyalarını azalda bilər. Bununla belə, onların istehsal xərclərinin yüksək olması və ərzaq məhsulları ilə eyni resurslara malik olduğu üçün qida sənayesi ilə yaranan rəqabət müvafiq çətinliklər yaradır. Mikrobioloji parçalanmaq üçün nəzərdə tutulmuş bioloji parçalana bilən plastiklər plastik tullantıların azaldılması üçün digər bir perspektivli həll yolu təklif edir. Bununla belə, effektiv biodeqradasiya üçün çox vaxt təbii şəraitdə mövcud olmayan xüsusi ekoloji şərait tələb olunur.
Bütün bu çətinliklrə baxmayaraq, İqtisadi Əməkdaşlıq və İnkişaf Təşkilatı (OECD) 2019-cu ildən 2060-cı ilə qədər qlobal plastik istehlakının üç dəfə artacağını, 460 milyon tondan 1.23 milyard tona çatacağını proqnozlaşdırır. Plastik sənayesi, plastiklərin bir çox vacib sənayenin təməlini təşkil etməsi səbəbindən, istehsaldan tullantıların idarə edilməsinə qədər ekoloji təsirlərini azaltmaq üçün dayanıqlı həll yollarını tapmalıdır. Bir həll yolu bioplastiklərin - yəni, tamamilə ya da qismən yenilənə bilən xammal mənbələrinin, məsələn, qarğıdalı və şəkər qamışı kimi istehsal olunan plastiklərin istifadə edilməsidir. Bəzi bioplastiklər həmçinin bioloji parçalanan və ya kompostlaşdırıla bilən olsa da, onların geniş istifadəsi material məhdudiyyətlərinə görə məhdudlaşır.
İstehsalçılar bioplastiklərin plastik sənayesinin dayanıqlılıq problemlərinin tək həlli olmadığını nəzərə alaraq, davamlı, biobazalı və ya bioloji parçalanan polimerləri tətbiq edərək məhsullarının ekoloji təsirini yaxşılaşdıra və dövriyyə iqtisadiyyatını irəlilədə bilərlər. Custom Market Insights-ın proqnozlarına görə, dünya bioplastik bazarının 2030-cu ilədək 29.8 milyard dollar həcmində olacağı gözlənilir ki, bu da bioplastiklərin potensialını qiymətləndirilməsi istiqamətində elmi tədqiqat işlərinin əhatə dairəsinin genişləndirilməsi üçün yaxşı bir imkan yarandığını göstərir.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0556

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF NICKEL NANOPARTICLES SUPPORTED ON CHITOSAN

Amirli Fariz[1], Azizbayli Afag[2,3] Ahmadli Aykhan[4]

[1][Head of Department "Technology of organic substances and high molecular compounds", Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan, email: fariz.emirov@asoiu.edu.az , http:orcid.org//0000-0002-9095-2982]
[2][Doctor of philosophy, Lecturer, Department of "Technology of organic substances and high molecular compounds", Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan, email: afaq.azizbayli@asoiu.edu.az, http:orcid.org//0000-0002-5341-6750]
[3][Leading scientific researcher, the Institute of Petrochemical Processes of Ministry of Science and Education Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan, email: ezizbeyli83@mail.ru , http:orcid.org//0000-0002-5341-6750]
[4][Master student of chemical technology faculty, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan]
Corresponding author's email: ezizbeyli83@mail.ru

ABSTRACT

This study investigates the synthesis and characterization of nickel nanoparticles stabilized by chitosan, exploring their potential applications as nanocatalysts in various chemical processes. The nanoparticles were obtained using a water-DMSO mixture and sodium borohydride as a reducing agent, under controlled conditions. The synthesis parameters, including the concentration of nickel(II) nitrate and sodium borohydride, were systematically varied to optimize nanoparticle size and stability. The study concludes that optimizing the reductive conditions is crucial for synthesizing smaller and more stable nickel nanoparticles, thus enhancing their potential applications in catalysis, while chitosan effectively serves as a stabilizer due to its biocompatibility and chelating properties. The primary objective of this research is to synthesize nickel nanoparticles using chitosan as a stabilizer and evaluate their properties for potential applications in nanocatalysis. The synthesis of nickel nanoparticles involved mixing nickel(II) nitrate with a water-DMSO solution and sodium borohydride under controlled temperature and stirring conditions. The resulting solutions underwent characterization through IR spectroscopy to identify the functional groups present. The IR spectrum indicated the presence of distinct vibrational bands confirming the formation of nickel nanoparticles, as well as the incorporation of nitrate and borate ions. Nickel nanoparticles exhibited high catalytic activity, with their size and stability being influenced by the concentrations of reactants used. The research demonstrated that nickel nanoparticles can be effectively synthesized using chitosan as a stabilizing agent, yielding nanoparticles with properties suitable for catalysis. Furthermore, the careful adjustment of synthesis conditions is essential for controlling the size and stability of the nanoparticles, which could enhance their practical applications in various chemical reactions.

Keywords: Nickel nanoparticles, chitosan, metal nanoparticles, nanocomposites, nanocatalysts

Introduction:

Nanoparticles (NPs) from various materials have long attracted the special attention of researchers due to their specific physical and chemical properties [1-5]. The advantage of chitosan is the

presence in its macromolecule of OH- and primary amino groups that carry a positive charge in aqueous media at acidic and neutral pH values, which determines the possibility of forming a polysaccharide in a nanostructured state. Thus, in the work based on chitosan and its derivatives [6], nanoparticles with a size from 20 nm to 100 nm were obtained by the method of ionotropic gelation and precipitation coacervation. The yield of nanoparticles (in terms of lyophilized dried) was 8-30% depending on the quantitative ratio and concentration of the components used, as well as the influence of various external influences.

The production of highly active and selective nanocatalysts is a promising area of nanochemistry [7–9]. In this regard, the catalytic efficiency of gold, silver and platinum group metal sols is being actively studied [8,9]. However, in a number of processes, nanocatalysts based on noble metals can be replaced by nickel nanoparticles (Ni NPs): in the hydrogenation of olefins and carbonyl compounds with hydrogen transfer, reductive amination of aldehydes, activation of primary alcohols in α-alkylation of ketones, the aza-Wittig reaction with subsequent reduction to obtain secondary amines, activation of alcohols in the presence of phosphorus ylides, etc [8].

Intensive studies of the synthesis and properties of multicomponent systems, including nanosized particles, biologically active substances and other organic macromolecules, are associated with the prospects of their use in pharmacy, medicine and cosmetology. Nickel nanoparticles, one of the conditionally essential elements of the body, were chosen as the core for such systems in the work, and chitosan, which has unique chelating and complexing properties, solubility in aqueous solutions with pH < 6.5, biocompatibility and hypoallergenicity, was chosen as the stabilizer polymer.

Research Methodology:

In the work, we used polyvinylpyrrolidone (PVP, 360 kDa) from Sigma-Aldrich (USA), sodium borohydride (Carl Roth GmbH + Co. KG, Germany) and reagents from Reakhim (Russia).

Absorption spectra were recorded on a CM 2203 spectrofluorimeter. Infrared (IR) spectra were recorded on a Varian 3600 Fourier spectrometer in KBr tablets in the range 400–4000 cm^{-1}. Before recording the IR spectrum, nickel nanoparticles were precipitated and the sediment was washed 3 times with distilled water and once with ethanol, and then dried at room temperature.

Synthesis of Ni nanoparticle was carried out by mixing water–dimethylsulfoxide (DMSO) mixture (1:1) in a water bath at 70 °C for 2 hours using a magnetic stirrer. The initial concentrations of the components in the reaction solution are 5.0 mM $Ni(NO_3)_2 \times 6H_2O$, 50 vol.% DMSO, 5–25 mM $NaBH_4$. The reduction process of $Ni(NO_3)_2$ proceeds very quickly, the reaction medium turns black and gas is released. In the sample without $NaBH_4$, no changes are observed. Sequential enlargement of nickel clusters, previous nanoparticles is accompanied by a decrease in their chemical potential, which makes the nucleation process thermodynamically favorable [10]. A black precipitate quickly forms in the resulting nickel sol.

Results and Discussion:

Formally, the formation of nickel nanoparticles is based on the reaction:

$$Ni(NO_3)_2 + 2\ NaBH_4 + 6\ H_2O \rightarrow Ni\downarrow + 7\ H_2 + 2\ NaNO_3 + 2\ H_3BO_3 \qquad (1)$$

The extinction spectrum of sol in the range of 250–900 nm does not have a clearly expressed maximum, but the absorption increases with decreasing wavelength (Fig. 1). The intensity of

absorption at 400 nm of nickel sol increases with increasing NaBH4 concentration in a 1–5-fold excess relative to $Ni(NO_3)2\times6H_2O$. According to [9], the absorption of nickel has a maximum at 215 ± 5 nm, and the value of the extinction coefficient ε, related to the concentration of metal atoms, at the indicated wavelength is $4.7\times10^3 l\times mol^{-1}\times cm^{-1}$. In addition, there is a slightly pronounced shoulder at ~350 nm. Optical spectra of nickel sol are caused by interband electronic transitions and resonance absorption of plasmons [9]. However, in contrast to gold and silver salts, there is no individual plasmon absorption band in the spectrum of nickel nickel, which can be considered as a result of a less pronounced free state of electrons in them [9].

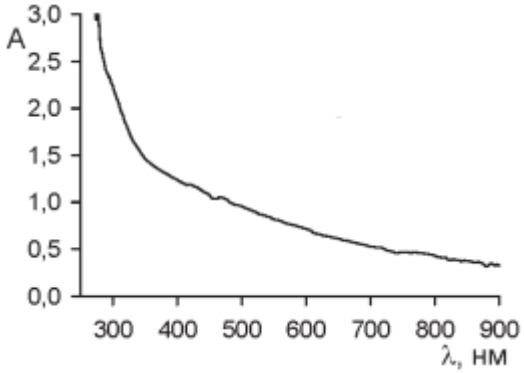


Fig. 1. Absorption spectra of nickel nanoparticles

In the IR-spectrum of nickel nanoparticles there are vibration bands at 3454, 1641–1632, 1462–1453, 1274, 1060, 664 and 470 cm^{-1} (Fig. 2), which corresponds to the available literature data [11].

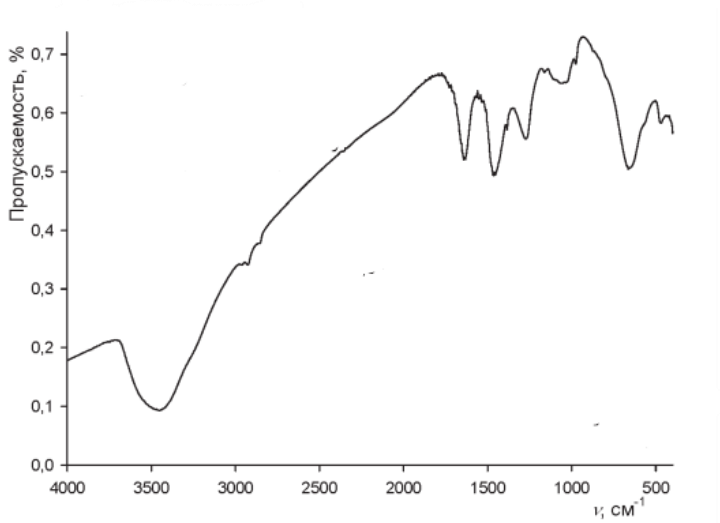


Fig. 2. IR spectrum of nickel nanoparticles

The wide band at 3454 cm^{-1} is due to stretching vibrations of the O–H group, and at 1641–1632 and 664 cm^{-1} – deformation vibrations. Since ethanol is used when washing the sample, the formation of an alkoxide is possible, the alkyl substituent of which is visible at 1462–1453 cm^{-1}. Nickel nanoparticles show reductive properties, being easily oxidized by oxygen and hydrogen peroxide [9]. It is considered that a poorly soluble oxide is formed when oxidized by oxygen NiO

(or $Ni(OH)_2$), which covers the surface of the particles with an insoluble dense film. In the IR spectrum of nickel nanoparticles, Ni–O valence vibrations appear at 1060 cm^{-1}.

As a result of reaction (1), $NaNO_3$ and H_3BO_3 are formed, therefore, $[NO_3]^-$ and $[BO_3]^{3-}$ anions can be embedded in the structure of nickel nanoparticles, in this connection, the band at 1274 cm^{-1} in the IR spectrum can be correlated with the valence vibrations of the nitro group.

To obtain nickel nanoparticles of smaller diameter, the medium must contain at least a 5-fold excess of $NaBH_4$, since with a larger excess of the reducing agent a large number of seed particles are formed and their agglomeration is prevented by $NaNO_3$ and H_3BO_3. The need for an excess of $NaBH_4$ is also determined by the fact that the resulting nickel NPs actively catalyze the hydrolysis of $NaBH_4$.

Nickel nanoparticles were synthesized both in the volume of the reaction medium and on a matrix, which was used in aqueous acetic acid (4-6 wt.%) solutions of chitosan (2-3 wt.%). The initial concentrations of the components were: 0.1 mg/ml chitosan, 1–12 mM $Ni(NO_3)_2\times6H_2O$, 50 vol.% DMSO, 25 mM $NaBH_4$. The sols obtained in the medium with 1.0 and 2.5 mM $Ni(NO_3)_2\times6H_2O$ are stable and have a light and dark brown color, respectively. At concentrations of $Ni(NO_3)_2\times6H_2O$ solutions of 5.0 and 7.0 mM, weak aggregation of particles is observed, and with an increase to 9 and 12 mM $Ni(NO_3)_2\times6H_2O$, strong aggregation. The absorption spectra of nickel nanoparticles and the (chitosan)Ni composite are virtually indistinguishable.

CONCLUSIONS

This study successfully demonstrated the synthesis of nickel nanoparticles stabilized by chitosan, emphasizing their potential utility as effective nanocatalysts in various chemical processes. The primary outcome of this research is the optimization of synthesis conditions to achieve smaller and more stable nickel nanoparticles, which exhibited enhanced catalytic properties. The collaboration between chitosan and nickel NPs not only ensured stability but also highlighted the biocompatibility of the materials, which is critical for their future applications in green chemistry and environmental remediation. The findings are significant as they contribute to the growing field of nanotechnology and catalysis, offering a promising avenue for the development of more efficient and environmentally friendly catalytic systems. However, limitations exist in terms of scalability and reproducibility of the synthesis process, which need to be addressed in future studies to verify the practical applicability of these materials on an industrial scale.

Moreover, the relevance of this research extends beyond fundamental chemistry, as it paves the way for innovative applications in fields such as pharmaceuticals, energy conversion, and environmental cleanup, where catalysis plays a vital role.

In light of these outcomes, it is recommended that future research focus on exploring the scalability of the synthesis process, conducting long-term stability studies, and investigating the performance of the synthesized Ni NPs in diverse catalytic reactions. Additionally, further exploration of the interactions between chitosan and metal nanoparticles could enhance the understanding of stabilization mechanisms and lead to the development of better-performing nanocatalysts across various applications.

References

1. Ahmad A., Alsaad A., Al-Bataineh Q. M., Al-Akhras M.-A. H., Albataineh Z., Alizzy K. A., et al.. Synthesis and characterization of ZnO NPs-doped PMMA-BDK-MR polymer-coated thin films with UV curing for optical data storage applications. *Polymer Bull.* 78

1189–1211 (2021)
2. Ajitha B., Reddy Y. A. K., Reddy P. S.. Green synthesis and characterization of silver nanoparticles using Lantana camara leaf extract. *Mater. Sci. Eng. C* 49 373–381. 2015
3. Anjum S., Hashim M., Malik S. A., Khan M., Lorenzo J. M., Abbasi B. H., et al.. Recent advances in zinc oxide nanoparticles (Zno nps) for cancer diagnosis, target drug delivery, and treatment. *Cancers* 13:4570. 2021
4. Baig N., Kammakakam I., Falath W.. Nanomaterials: A review of synthesis methods, properties, recent progress, and challenges. Mater. Adv. 2 1821–1871. 2021
5. Bhavani K. S., Anusha T., Brahman P. K.. Platinum nanoparticles decorated on graphitic carbon nitride-ZIF-67 composite support: An electrocatalyst for the oxidation of butanol in fuel cell applications. Int. J. Hydr. Energy 46 9199–9214. 2021
6. Зубарева, А.А. Определение физико-химических параметров наночастиц модифицированного хитозана / А.А. Зубарева, Д.В. Курек, С.В.Сизова, Е.В. Свирщевская, В.П. Варламов // Российские нанотехнологии. Т.7. № 7–8. С. 102. 2012
7. R.M. Borade, S.B. Somvanshi, S.B. Kale, R.P. Pawar, K. Jadhav, Spinel zinc ferrite nanoparticles: an active nanocatalyst for microwave irradiated solvent free synthesis of chalcones, Materials Research Express, 7 (2020) 016116.
8. Alonso F., Riente P. and Yus M., ″Nickel Nanoparticles in Hydrogen Transfer Reactions″, Accounts of Chemical Research, 2011, vol. 44, no. 5, pp. 379–391.
9. Z. Li, M. Li, Z. Bian, Y. Kathiraser, S. Kawi, Design of highly stable and selective core/yolkshell nanocatalysts—A review, Applied Catalysis B: Environmental, 188 (2016) 324-341.
10. Ershov B.G., ″Metal nanoparticles in water solutions: electron, optical and catalytic properties″, Rossiiskii khimicheskii zhurnal (Zhurnal Rossiiskogo khimicheskogo obshchestva im. D.I. Mendeleeva) [Journal of Russian Mendeleev Chemical Society], 2001, vol. XLV, no. 3, pp. 20–30.
11. Nakamoto K., IK-spektry i spektry KR neorganicheskikh i koordinatsionnykh soedinenii [Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds], Mir, Moscow, RU, 1991.

Синтез и характеристика наночастиц никеля, стабилизированных хитозаном

Амирли Фариз[1], Азизбейли Афаг[2,3] , Ахмедли Айхан[4]

[1][Заведующий кафедрой «Технология органических веществ и высокомолекулярных соединений», Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан, электронная почта: fariz.emirov@asoiu.edu.az , http:orcid.org//0000-0002-9095-2982]
[2][Доктор философии, преподаватель кафедры «Технология органических веществ и высокомолекулярных соединений», Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан, email: afaq.azizbayli@asoiu.edu.az, http:orcid.org//0000-0002-5341-6750]
[3][Ведущий научный сотрудник, Институт нефтехимических процессов Министерства науки и образования Азербайджанской Республики, Баку, Азербайджан, email: ezizbeyli83@mail.ru , http:orcid.org//0000-0002-5341-6750]
[4][Магистр химико-технологического факультета, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан]

Электронная почта ответственного автора: ezizbeyli83@mail.ru

АБСТРАКТ

В данном исследовании изучается синтез и характеристика наночастиц никеля, стабилизированных хитозаном, а также изучается их потенциальное применение в качестве нанокатализаторов в различных химических процессах. Наночастицы были получены с использованием смеси воды и ДМСО и борогидрида натрия в качестве восстановителя в контролируемых условиях. Параметры синтеза, включая концентрацию нитрата никеля (II) и борогидрида натрия, систематически варьировались для оптимизации размера и стабильности наночастиц. В исследовании делается вывод о том, что оптимизация восстановительных условий имеет решающее значение для синтеза более мелких и стабильных наночастиц никеля, тем самым расширяя их потенциальное применение в катализе, в то время как хитозан эффективно выполняет функции стабилизатора благодаря своей биосовместимости и хелатирующим свойствам. Основной целью данного исследования является синтез наночастиц никеля с использованием хитозана в качестве стабилизатора и оценка их свойств для потенциального применения в нанокатализе. Синтез наночастиц никеля (II) включал смешивание нитрата никеля (II) с водно-ДМСО-раствором и боргидридом натрия при контролируемых условиях температуры и перемешивания. Полученные растворы подверглись исследованию с помощью ИК-спектроскопии для определения присутствующих функциональных групп. ИК-спектр показал наличие отчетливых колебательных полос, подтверждающих образование наночастиц никеля, а также включение ионов нитрата и бората. Наночастицы никеля проявили высокую каталитическую активность, причем на их размер и стабильность влияли концентрации используемых реагентов. Исследование показало, что наночастицы никеля можно эффективно синтезировать с использованием хитозана в качестве стабилизирующего агента, получая наночастицы со свойствами, подходящими для катализа. Кроме того, тщательная корректировка условий синтеза имеет важное значение для контроля размера и стабильности наночастиц, что может расширить их практическое применение в различных химических реакциях.

Ключевые слова: Наночастицы никеля, хитозан, металлические наночастицы, нанокомпозиты, нанокатализаторы

Xitozanın səthində stabilləşdirilmiş nikel nanohissəciklərinin sintezi və xarakteristikası

Əmirli Fariz[1] , Əzizbəyli Afaq [2,3] , Əhmədli Ayxan[4]

[1][Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, "Üzvi maddələr və yüksək molekullu birləşmələrin texnologiyası" kafedrasının müdiri, Bakı, Azərbaycan, email: fariz.emirov@asoiu.edu.az , http:orcid.org//0000-0002-9095-2982]

[2][Fəlsəfə elmləri doktoru, "Üzvi maddələr və yüksək molekullu birləşmələrin texnologiyası" kafedrasının müəllimi, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan, email: afaq.azizbayli@asoiu.edu.az , http:orcid.org//0000-0002-5341-65]

[3][Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun aparıcı elmi işçisi, Bakı, Azərbaycan, email: ezizbeyli83@mail.ru, http:orcid.org//0000-0002-5341-6750]

[4][Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin kimya texnologiyası fakültəsinin magistr tələbəsi, Bakı,

Azərbaycan]

Məqalənin növü: Kompozit materialların hazırlanması və tətbiqi

XÜLASƏ

Təqdim olunan tədqiqatda xitozanla stabilləşdirilmiş nikel nanohissəciklərin sintezi və xarakteristikası, onların müxtəlif kimyəvi proseslərdə nanokatalizator kimi potensial tətbiqi öyrənilmişdir. Nanohissəciklər su-DMSO qarışığı və reduksiyaedici vasitə kimi natrium borhidriddən istifadə edilməklə, şəraitə nəzarət edilməklə əldə edilmişdir. Sintez parametrləri, nikel (II) nitratın və natrium borohidridin qatılıqları da daxil olmaqla, nanohissəciklərin ölçüsünü və stabilliyini optimallaşdırmaq üçün sistematik olaraq dəyişdirilmişdir. Araşdırmada, bərpaetmə şəraitinin optimallaşdırılmasının daha kiçik və stabil nikel nanohissəciklərinin sintezi üçün həlledici əhəmiyyət kəsb etdiyi, bununla da onların katalizdə potensial tətbiqini genişləndirdiyi qənaətinə gəlinmişdir. Bununla yanaşı, xitozanın biouyğunluq və xelatlaşma xüsusiyyətləri sayəsində stabilizator funksiyasını effektiv yerinə yetirdiyi müəyyən edilmişdir. Bu araşdırmanın əsas məqsədi xitozanı stabilləşdirici olaraq istifadə etməklə nikel nanohissəciklərinin sintezi və onların nanokatalizdə potensial tətbiqi üçün xüsusiyyətlərinin qiymətləndirilməsi olmuşdur. Nikelin (II) nanohissəcikləri nikel (II) nitratın su-DMSO məhlulu və natrium borohidrid ilə sabit temperatur və qarışdırma şəraitində reaksiyası nəticəsində sintez edilmişdir. Əldə olunan məhlullar mövcud funksional qrupların müəyyən edilməsi üçün IQ-spektroskopik analiz üsulu ilə öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, IQ-spektrdə nikel nanohissəciklərinin yaranmasını, həmçinin nitrat və borat ionlarının daxil olmasını təsdiqləyən xüsusi vibrasiya rəqslərinə uyğun udulma zolaqları müşahidə olunur. Beləliklə, tədqiqat zamanı nikel nanohissəciklərin yüksək katalitik aktivlik nümayiş etdirdiyi, istifadə olunan reaktivlərin qatılıqlarının bu nanohissəciklərin ölçüsünə və stabilliyinə təsir etdiyi aydın aşkar olunmuşdur. Məlum olmuşdur ki, xitozanı stabilləşdirici agent kimi istifadə etməklə kataliz üçün uyğun xüsusiyyətlərə malik nikel nanohissəciklərini effektiv şəkildə sintez etmək mümkündür. Bununla yanaşı, sintez şəraitini diqqətlə tənzimləməklə nanohissəciklərin ölçüsünü və stabilliyini idarə etmək mümkündür. Bu fakt onların müxtəlif kimyəvi reaksiyalarda praktiki tətbiqini genişləndirə bilər.

Açar sözlər: Nikel nanohissəcikləri, xitozan, metal nanohissəciklər, nanokompozitlər, nanokatalizatorlar

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0563

PHYSICOMECHANICAL PROPERTIES OF CHITOSAN-BASED COMPOSITE FILMS: IMPACT OF SYNTHESIS METHODS AND SUBSTRATES

Amirli Fariz[1], Azizbayli Hamida[2,3], Allahverdieva Jeyran[4]

[1][Head of Department "Technology of organic substances and high molecular compounds", Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan, email: fariz.emirov@asoiu.edu.az , http:orcid.org//0000-0002-9095-2982]
[2][Doctor of philosophy, Lecturer, Department of "Technology of organic substances and high molecular compounds", Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan, email: hamida.azizbayli@asoiu.edu.az, http:orcid.org//0000-0002-5341-6750]
[3][Leading scientific researcher, the Institute of Petrochemical Processes of Ministry of Science and Education Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan, email: ezizbeylihemide@yahoo.com , http:orcid.org//0000-0002-5341-6750]
[4][Master student of chemical technology faculty, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan]
Corresponding author's email: ezizbeylihemide@yahoo.com

Article Type: Preparation and application of composite materials

ABSTRACT

The study aimed to investigate the physicomechanical properties of chitosan-based composites, focusing on the effects of synthesis methods and component ratios of graft and block copolymers combined with various vinyl monomers. Film samples were produced via a casting technique on different substrates, followed by a vacuumization process at 30 °C. The resulting films were analyzed for mechanical strength, flexibility, and porosity, with variations in component ratios and pH of the solvent being systematically explored. The breaking stress and ultimate deformation varied significantly based on the composition ratios and synthesis methods. Chitosan-acrylamide copolymers exhibited high-quality films with improved physical and mechanical properties compared to traditional polyacrylamide films. The tensile strength of pure chitosan films increased significantly with decreasing pH, reaching up to 60 MPa, while mixtures with polyvinylpyrrolidone achieved up to 100 MPa. The research highlights the potential of chitosan derivatives for applications in biomedicine, packaging, and environmental science, emphasizing the importance of proper synthesis methods and component ratios in optimizing material properties. Future investigations should consider stability under varied conditions and the integration of bioactive components for enhanced functionality.

Keywords: chitosan, chitosan-based composites, grafted copolymers, chitosan-acrylamide copolymers, blend of homopolymers

Introduction

In the last few decades, there has been an increased interest of researchers in renewable natural polymers, among which chitin and its deacetylated derivative, chitosan, occupy a special place. Chitosan is considered one of the most promising polymers of the 21st century, the large-scale implementation of which can lead to no less significant results than the industrial use of cellulose

and its derivatives. The unique properties of chitosan, such as biocompatibility, physiological activity in the absence of toxicity, biodegradation, determine its use, primarily in medicine, pharmacy and cosmetology. At the same time, the organoinsolubility and low physical and mechanical properties of chitosan hinder its large-scale use in other industries. The presence of reactive groups in the polysaccharide macromolecule allows its chemical modification by graft and block copolymerization and combining with synthetic polymers while preserving the useful properties of homopolymers, and in some cases, enhancing them. A wide range of vinyl monomers and various options for their combination open up unlimited possibilities for creating new functional materials based on chitosan with a specified set of properties. Along with this, by selecting the appropriate additive, properties such as mechanical properties or water permeability can be improved, or new functionalities can be found. These materials find applications in packaging [1], drug delivery [2], tissue engineering [3], hyperthermia therapy [4], water pollutant removal [5], air purification [6] or fuel cell applications [7], among others.

Numerous literary data indicate the prospects of using chitosan and its derivatives in the form of film and fibrous products, medical and protective coatings, as well as in the form of separating membranes in medicine, biotechnology, pharmaceuticals, and the food industry. Along with the absence of toxicity, bio- and hemocompatibility, biodegradability, a very important role is played by the porous structure of these products. The use of chitosan modified by graft and block copolymerization with vinyl monomers and mixtures of chitosan with other polymers to obtain the above products allows one to find rational solutions when optimizing their properties.

Research Methodology

This study explored the physicomechanical properties of composites made from graft and block copolymers of chitosan combined with various vinyl monomers. For investigation we used chitosan obtained from crab shells, with a molecular weight of 8.7×104 - 2.5×105 and a degree of deacetylation of 80-82% without additional purification. The mass fraction of mineral substances in chitosan did not exceed 0.6%, moisture - 6%, insoluble substances - 0.1%. Chitosan was dissolved in diluted solution of acetic acid.

Graft polymerization of monomers that are highly soluble in water - acrylamide, vinylpyrrolidone on chitosan was also carried out in an aqueous solution of CH3COOH (the pH of the solution was changed from 3.6 to 5.5) containing a polysaccharide, using ammonium persulfate as an initiator at 60 °C. The monomer content was varied from 0.33 to 4.6 mol per mol of glucosamine unit. In the case of acrylamide, the polysaccharide - monomer system was purged with argon before the start of the synthesis, then the reactor temperature was raised to 50 °C and an initiator dissolved in water was introduced into the reaction mixture.

Chitosan block copolymers with the indicated monomers were obtained in aqueous acetic acid solutions of the polysaccharide of 3 wt.% with an acetic acid concentration of 1.2 – 6 wt.% at 18–23 °C. With stirring, the monomer (the [monomer]/[chitosan] ratio was changed in the same way as in the case of graft polymerization), ascorbic acid ($[C_6H_8O_6]/[H_2O_2]=1$ (in mol)) and H_2O_2 ([chitosan]/$[H_2O_2]$ = 50 base-mol/mol) were successively added to the chitosan solution. Four hours after the start of the reaction, the product was precipitated with a double volume of precipitant, after which the precipitate was dried at 50 °C under vacuum to constant weight.

The film samples were produced using a casting technique on different types of substrates, ensuring an equilibrium evaporation process for water at room temperature. After the initial casting, the films underwent a vacuumization process at 30 °C until they reached a constant

weight. The investigation focused on analyzing how the different synthesis methods and substrates affected the mechanical strength, flexibility, and overall performance of the resulting films, which are promising for various applications in areas such as biomedicine, packaging, and environmental science.

Results and Discussion

Let us consider the properties of films based on water-soluble derivatives of chitosan. The results of the study of the breaking stress and the magnitude of the ultimate deformation of films based on individual homopolymers chitosan and polyacrylamide, their mixtures and graft copolymers are presented in Table 1.

Table 1. Physico-mechanical properties of films of grafted copolymers of chitosan and acryloamide and mixtures of homopolymers

Material	[Polyacrylamide]: [Chitosan]	pH	σ, MPa	ε, %
Polyacrylamide	-	-	85	59
Chitosan	-	4,1	26	1,9
Blend of grafted copolymers chitosan-acrylamide with polyacrylamide	0,2	4,1	13,0	7
	1,0	4,1	21,7	21
	2,0	4,1	44,3	8
	3,0	4,1	37,8	32
	4,5	4,1	27,3	21
	4,5	5,3	60,5	18
A mixture of polyacrylamide and chitosan homopolymers	0,4	-	12,5	14
	1,0	-	14,5	9
	2,0	-	22,5	14
	3,5	-	8,5	9
Grafted copolymers chitosan-acrylamide	1,0	4,1	8,1	18
	2,5	4,1	55,5	22
	4,0	4,1	56,5	21
	4,0	5,3	32,9	29

Thus, at the ratio [Polyacrylamide]: [Chitosan]>3, the system separated with the release of a white precipitate. However, the use of chitosan-acrylamide copolymers instead of polyacrylamide allows one to obtain high-quality films based on mixed composites copolymers chitosan - acrylamide - chitosan, copolymers chitosan-acrylamide - polyacrylamide with satisfactory physical and mechanical characteristics, because the grafted chains create steric obstacles to the formation of the interpolymer complex.

By changing the ratio of components in mixtures, it is possible to vary the properties of films and their porosity over a wide range. Blended compositions based on chitosan with polyvinylpyrrolidone and graft copolymers also have improved physical and mechanical characteristics compared to films made from pure chitosan (Table 2). The dependence of film strength on the component ratio in chitosan – N-vinylpyrrolidone copolymers is extreme, with the highest strength observed at a content of N-vinylpyrrolidone units of 20 mol.%. The magnitude of the breaking stress increases 3 times for homopolymer mixtures compared to unmodified chitosan and only slightly for graft copolymers. The relative elongation at break increases to 15%.

Table 2. Physical and mechanical properties of modified chitosan films obtained from aqueous solutions of CH3COOH (pH 3.7)

Film content	[Polyvinylpyrrolidone]: [Chitosan]	σ, МПа	ε, %
Blend of homopolymers	0,1	65,1	9
	0,25	86,7	11
	0,4	67,1	11
Graft copolymers	0,25	40,6	69
	1	33,8	44
	4	30,8	34
Chitosan	-	26	1,9
Polyvinylpyrrolidone	-	7,3	-

It is known that in the case of ionogenic polymers, the pH of the medium from which they are formed has a significant effect on the physical and mechanical characteristics of the films. During the formation of chitosan films as a solvent, in most cases, aqueous solutions of volatile monobasic acetic and formic acids are used, which form corresponding salts with chitosan. When the solvent is removed during the drying process, not only the concentration of the polymer, the composition and quality of the solvent changes, but possibly also the degree of protonation of chitosan amino groups, which affects the strength characteristics of the resulting film.

It is evident from Figure 1 that by changing the pH value of the medium and thereby the content of the unprotonated form of polysaccharide macromolecules, it is possible to increase the tensile strength of even pure chitosan from ~ 30 (pH 5.5) when converting it into a salt form to 60 MPa (pH 2.0), and for a chitosan-PVP mixture to 100 MPa (pH = 4.0).

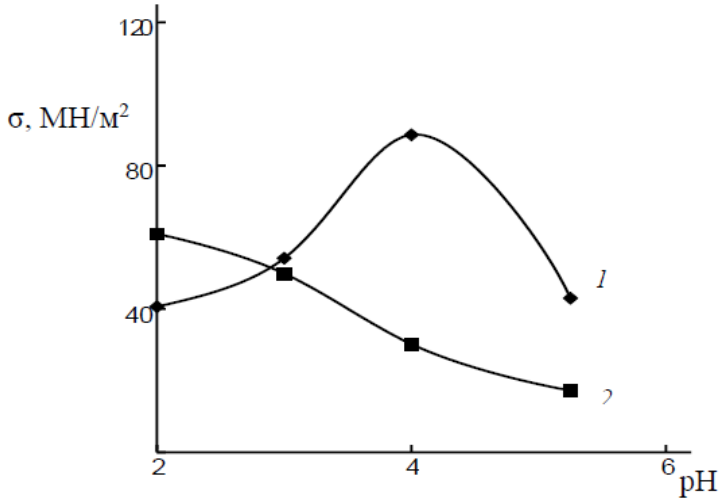


Figure 1. Tensile strength σ of films based on chitosan (2) and a mixture of chitosan homopolymers with PVP (1:0.25 base-mol) (1), cast from solutions with different pH values.

Conclusions

Thus, chitosan-acrylamide copolymers exhibited high-quality films with improved physical and mechanical properties compared to traditional polyacrylamide films. The tensile strength of pure chitosan films increased significantly with decreasing pH, reaching up to 60 MPa, while mixtures with polyvinylpyrrolidone achieved up to 100 MPa. The findings of this research highlight the

potential of chitosan derivatives for diverse applications, emphasizing the importance of synthesis methods and composition ratios in optimizing physicomechanical properties. The variations in breaking stress and ultimate deformation metrics are critical for tailoring material properties for specific industrial applications in fields like biomedicine, packaging, and environmental science. Future studies may explore additional modifications, the stability of these composites under varying environmental conditions, and integration with bioactive components to extend their functionality.

Declarations

The manuscript has not been submitted to any other journal or conference.

References

1. Souza, V.G.L.; Pires, J.R.A.; Rodrigues, C.; Coelhoso, I.M.; Fernando, A.L. Chitosan Composites in Packaging Industry—Current Trends and Future Challenges. Polymers 2020, 12, 417.
2. Elgadir, M.A.; Salim Uddin, M.D.; Ferdosh, S.; Adam, A.; Chowdhury, A.J.K.; Sarker, M.Z.I. Impact of chitosan composites and chitosan nanoparticle composites on various drug delivery systems: A review. J. Food Drug Anal. 2015, 23, 619–629.
3. Venkatesan, J.; Kim, S.-K. Chitosan Composites for Bone Tissue Engineering—An Overview. Mar. Drugs 2010, 8, 2252–2266.
4. Barra, A.; Alves, Z.; Ferreira, N.M.; Martins, M.A.; Oliveira, H.; Ferreira, L.P.; Cruz, M.M.; Carvalho, M.D.; Neumayer, S.M.; Rodriguez, B.J.; et al. Biocompatible chitosan-based composites with properties suitable for hyperthermia therapy. J. Mater. Chem. B 2020, 8, 1256–1265.
5. Ganjali, M.R.; Rezapour, M.; Faridbod, F.; Norouzi, P. Chitosan Composites: Preparation and Applications in Removing Water Pollutants. In Handbook of Composites from Renewable Materials; Vijay Thakur, V.K., Thakur, M.K., Kessler, M.R., Eds.; Scrivener Publishing LLC: Beverly, MA, USA, 2017; pp. 562–577.
6. Wang, Z.; Yan, F.; Pei, H.; Yan, K.; Cui, Z.; He, B.; Fang, K.; Li, J. Environmentally-friendly halloysite nanotubes@chitosan/polyvinyl alcohol/non-woven fabric hybrid membranes with a uniform hierarchical porous structure for air filtration. J. Membr. Science 2020, 594, 117445.
7. Vijayalekshmi, V.; Khastgir, D. Eco-friendly methanesulfonic acid and sodium salt of dodecylbenzene sulfonic acid doped cross-linked chitosan based green polymer electrolyte membranes for fuel cell applications. J. Membr. Sci. 2017, 523, 45–59.

Физико-механические свойства композитных пленок на основе хитозана: влияние методов синтеза и субстратов

Амирли Фариз[1], Азизбейли Гамида[2,3], Аллахвердиева Джейран[4]

[1][Заведующий кафедрой «Технология органических веществ и высокомолекулярных соединений», Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан, электронная почта: fariz.emirov@asoiu.edu.az , http:orcid.org//0000-0002-9095-2982]

[2][Доктор философии, преподаватель кафедры «Технология органических веществ и высокомолекулярных соединений», Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан, email: hamida.azizbayli@asoiu.edu.az, http:orcid.org//0000-0002-5341-6750]

[3][Ведущий научный сотрудник, Институт нефтехимических процессов Министерства науки и образования Азербайджанской Республики, Баку, Азербайджан, email: ezizbeylihemide@yahoo.com , http:orcid.org//0000-0002-5341-6750]
[4][Магистр химико-технологического факультета, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан]
Электронная почта ответственного автора: ezizbeylihemide@yahoo.com

Тип статьи: Получение и применение композиционных материалов

АННОТАЦИЯ
Целью исследования было изучение физико-механических свойств композитов на основе хитозана с акцентом на влияние методов синтеза и соотношение компонентов привитых и блок-сополимеров в сочетании с различными виниловыми мономерами. Образцы пленок были изготовлены методом литья на различные подложки с последующей вакуумизацией при температуре 30 °C. Полученные пленки анализировали на механическую прочность, гибкость и пористость, при этом систематически исследовались изменения в соотношениях компонентов и pH растворителя. Разрушающее напряжение и предельная деформация значительно различались в зависимости от соотношений состава и методов синтеза. Сополимеры хитозана и акриламида показали высокое качество пленок с улучшенными физико-механическими свойствами по сравнению с традиционными полиакриламидными пленками. Предел прочности пленок чистого хитозана существенно возрастал с уменьшением pH, достигая до 60 МПа, а смесей с поливинилпирролидоном - до 100 МПа. Исследование подчеркивает потенциал производных хитозана для применения в биомедицине, упаковке и экологии, подчеркивая важность правильных методов синтеза и соотношений компонентов для оптимизации свойств материала. Будущие исследования должны учитывать стабильность в различных условиях и интеграцию биологически активных компонентов для улучшения функциональности.
Ключевые слова: хитозан, композиты на основе хитозана, привитые сополимеры, сополимеры хитозана с акриламидом, смесь гомополимеров

Xitozan əsaslı kompozit plyonkaların fiziki-mexaniki xüsusiyyətləri: sintez üsulları və substratların təsiri

Əmirli Fariz[1], Əzizbəyli Həmidə[2,3], Allahverdiyeva Ceyran[4]

[1][Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, "Üzvi maddələr və yüksək molekullu birləşmələrin texnologiyası" kafedrasının müdiri, Bakı, Azərbaycan, email: fariz.emirov@asoiu.edu.az , http:orcid.org//0000-0002-9095-2982]
[2][Fəlsəfə elmləri doktoru, "Üzvi maddələr və yüksək molekullu birləşmələrin texnologiyası" kafedrasının müəllimi, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan, email: hamida.azizbayli@asoiu.edu.az, http:orcid.org//0000-0002-5341-65]
[3][Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun aparıcı elmi işçisi, Bakı, Azərbaycan, email: ezizbeylihemide@yahoo.com , http:orcid.org//0000-0002-5341-6750]
[4][Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin kimya texnologiyası fakültəsinin magistr tələbəsi, Bakı, Azərbaycan]

XÜLASƏ
Tədqiqatın məqsədi xitozan əsaslı kompozitlərin fiziki-mexaniki xüsusiyyətlərini araşdırmaq və

bu xüsusiyyətlərə sintez üsullarının və müxtəlif vinil monomerlərlə birləşdirilmiş calaq və blok sopolimerlərin komponent nisbətlərinin təsirini öyrənməkdən ibarət olmuşdur. Plyonka nümunələri fərqli substratlarda tökmə texnikası ilə alınmış, daha sonra isə 30 °C-də vakuumlaşdırma prosesi aparılmışdır. Alınmış plyonka nümunələrinin mexaniki dözümlülüyü, elastikliyi və məsaməliliyi, komponentlərin nisbətləri və həlledicinin pH dəyərindəki dəyişiklikləri sistematik şəkildə öyrənilməklə, təyin edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, komponentlərin nisbətindən və sintez üsullarından asılı olaraq qırılmaya qarşı davamlılıq və son deformasiya qiymətləri əhəmiyyətli dərəcədə dəyişir. O cümlədən, xitozan-akrilamid sopolimerlərinin ənənəvi poliakrilamid plyonkalara nisbətən daha yaxşı fiziki və mexaniki xüsusiyyətlərə malik yüksək keyfiyyətli plyonka hazırlamağa imkan verdiyi məlum olmuşdur. Araşdırmalar göstərmişdir ki, saf xitozan plyonkalarının dartılmaya qarşı davamlılığı pH-ın azalması ilə əhəmiyyətli dərəcədə artaraq 60 MPa-a, polivinilpirrolidon ilə birgə isə 100 MPa-a çatır.

Beləliklə, xitozan törəmələrinin material xüsusiyyətlərini optimallaşdırılmaq üçün sintez üsullarını və komponent nisbətlərini düzgün seçməklə onları biotibbdə, qablaşdırmada və ekoloji problemlərin həllində tətbiq etmək mümkündür. Gələcək tədqiqatlarda müxtəlif şəraitdə stabillik və yüksək funksionallıq üçün prosesə bioaktiv komponentlərin daxil edilməsi nəzərə alınmalıdır.

Açar sözlər: xitozan, xitozan əsaslı kompozitlər, calaq sopolimerlər, xitozan-akrilamid sopolimerləri, birgə homopolimerlər

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0570

EFFECT OF CARBON BLACK ON THE PROPERTIES OF ISOPRENE-BASED (SKI-3) ELASTOMER BLENDS COMBINED WITH BNK, PVC, AND PVAC COPOLYMERS IN THE SOLID PHASE

Sabina A. Rahimova[1], Fariz A.Amirli[2], Ibrahim H.Movlayev[3], Rasul S.Rahimov[4], Aydan C.Cafarova[5]

[1] [chemistry lecturer, Chemistry department, UFAZ, Baku, Azerbaijan, sabinarahimova.d@gmail.com, 0000-0002-9326-6793]
[2] [head of department ,Technology of organic substances and highmolecular compounds, ASOIU, Baku, Azerbaijan, Fariz.emirli@asoiu.edu.az, 0000-0002-9095-2982]
[3][lecturer, Technology of organic substances and highmolecular compounds, ASOIU, Baku, Azerbaijan, Ibrahim.Movlayev@asoiu.edu.az, 0000-0001-6241-9892]
[4] [head of laboratory, Chemical engineering, BEU, Baku, Azerbaijan, rrehimov@beu.edu.az, 0009-0002-0217-8382]
[5] [master student, Technology of organic substances and highmolecular compounds, ASOIU, Baku, Azerbaijan, 0009-0002-9760-2042]

ABSTRACT

This study explores the influence of furnace carbon black (P324) on the processing behavior and plasto-elastic properties of elastomeric blends based on SKI-3 copolymer modified with BNK, PVC, and PVA. The formulations were plasticized using petroleum-derived bitumen and processed in the solid phase. The findings indicate that the incorporation of carbon black plays a significant role in shaping both the rheological and mechanical performance of the resulting blends. Compared to the control system containing SKI-3 and carbon black alone, the copolymer-based mixtures demonstrated lower stiffness, reduced elastic recovery, and noticeably improved processability. These changes are linked to the development of more extended carbon black chain structures within the modified systems. In particular, blends incorporating SKI-3–SKN-40 exhibited a stronger tendency for carbon black–rubber gel formation, which contributed to an increase in viscosity. Overall, the combined application of bitumen and carbon black in SKI-3-based elastomeric compositions was found to enhance processing characteristics while maintaining a favorable balance of mechanical properties, making these materials suitable for practical applications requiring both durability and ease of processing.

Keywords: polyisoprene, polyvinyl chloride, butadiene-nitrile, polyvinyl acetate.

INTRODUCTION

Elastomeric materials are widely used in various engineering applications, particularly in systems subjected to both static and dynamic loads, such as seals, dampers, and coatings. Among these, materials based on cis-butadiene rubber (SKD) and styrene-butadiene rubber (SBS) are valued for their high elasticity and wear resistance. However, despite their advantageous mechanical properties, these rubbers are often limited by poor adhesion to wet surfaces, especially wet asphalt, which restricts their broader use in certain industries. Additionally, their processing behavior during manufacturing is not always satisfactory, posing further challenges for large-scale production.

Previous research has shown that the method by which carbon black is introduced into elastomeric systems significantly affects the final properties of the materials. In particular, the incorporation of carbon black into cis-butadiene and styrene-butadiene rubbers at the solution or latex stages, rather than by conventional mechanical mixing, results in elastomers with a more

favorable balance between processing characteristics and technical performance.
Given the importance of achieving both good processability and desirable mechanical properties, the present study focuses on the effect of carbon black on elastomeric blends based on the SKI-3 copolymer. In this work, SKI-3 was combined with various modifying components such as BNK, PVC, and PVA, and carbon black was introduced in the solid phase together with petroleum-derived bitumen used as a plasticizer. The objective of this study was to assess how the carbon black structures formed under these conditions influence the stiffness, elasticity, rheological properties, and overall processability of the resulting elastomeric mixtures.

METHOD

In this study, elastomeric compositions were prepared based on the SKI-3 copolymer blended with different polymers, namely BNK, polyvinyl chloride (PVC), and polyvinyl acetate (PVA). The blends were formulated in the solid phase to investigate the effect of carbon black on their plasto-elastic and processing properties. All mixtures were prepared by combining SKI-3 with the selected polymers in a fixed ratio of 70:30 by weight.
Furnace carbon black of grade P324, characterized by a specific geometric surface area, was used as the reinforcing filler. To improve the processability and adjust the rheological properties, petroleum-derived bitumen was selected as the plasticizer. Due to its good compatibility with elastomers, bitumen was introduced directly into the compositions without causing any mass loss during processing.
The preparation of the mixtures was carried out on a laboratory two-roll mill. The SKI-3 copolymer, the selected second-phase polymer (BNK, PVC, or PVA), carbon black, and bitumen were mixed at a temperature of approximately 80°C for 20 minutes to ensure uniform distribution of the filler and plasticizer within the polymer matrix. For comparison, a control mixture containing only SKI-3, carbon black, and bitumen was also prepared under the same conditions.
The formulation of all prepared mixtures is summarized in Table 1. In all compositions, the carbon black content was fixed at 60 parts by weight per 100 parts of polymer, while the bitumen content was maintained at 20 parts by weight. This ensured that any changes in properties could be directly attributed to the type of copolymer used rather than differences in filler or plasticizer content.

Table1. Formulation based on SKI-3 polymers

Components	Parts by weight per 100 parts of rubber			
SKI-3–SKN-40 (70:30)	100	-	-	-
SKI-3–PVX (70:30)	-	100	-	-
SKI-3–PVAc (70:30)	-	-	100	-
SKI-3 (control sample)	-	-	-	100
Carbon black P324	60	60	60	60
Petroleum oil (bitumen)	20	20	20	20

RESULTS

As seen from the data presented in Table 2, the stiffness of the carbon black–oil-filled SKI-3 combined with copolymers is significantly lower than that of carbon black-filled SKI-3.
The greater stiffness of the carbon black–oil-filled copolymers based on SKI-3 may be attributed

to stronger interactions between the rubber and the carbon black (technical carbon), which are associated with more developed carbon black chain structures. This is evidenced by the lower specific electrical resistivity of the carbon black–oil-filled SKI-3–SKN-40 compared to the SKI-3–PVC and SKI-3–PVAc copolymer mixtures.

Table 2. Change in Plasto-Elastic Properties of Copolymers

Indicators	Filled			
	Control SKI-3	SKI-3–SKN-40	SKI-3–PVC	SKI-3–PVAc
Stiffness, gs	1250	1100	1000	950
Plasticity	0,41	0,25	0,31	0,33
Elastic recovery	3,45	2,27	2,50	2,63
Mooney viscosity, at 100°C	58	70	63	65
Specific volume electrical resistivity ρv, Ohm·cm	-	$8,5 \cdot 10^5$	$7,8 \cdot 10^5$	$7,3 \cdot 10^5$

The development in the rheological properties of the mentioned mixtures is explained by the varying degree of development of carbon black chain structures within them.
The lower degree of development of carbon black chain structures in the carbon black–oil-filled copolymer mixtures based on SKI-3–SKN-40, SKI-3–PVC, and SKI-3–PVAc, along with their lower elastic recovery, account for the better processing properties of these mixtures compared to the control sample.

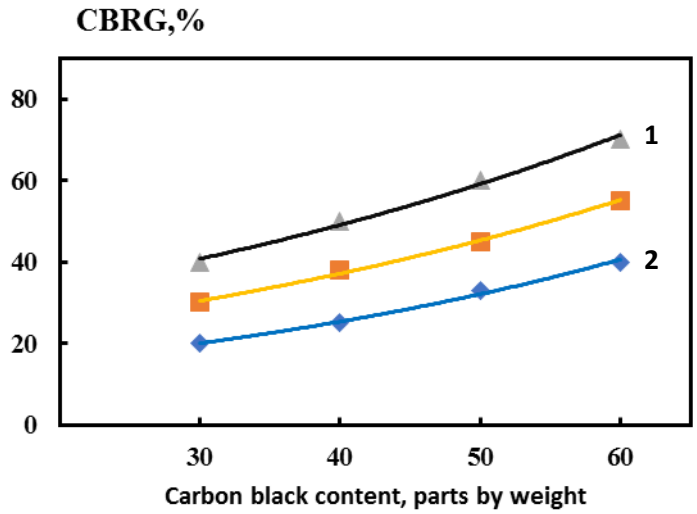


Fig1. Dependence of carbon black–rubber gel on the parts by weight of carbon black.
1.SKI-3–SKN-40 + CB P324 + bitumen
2.SKI-3–PVC + CB P324 + bitumen
3.SKI-3–PVAc + CB P324 + bitumen

The research results showed that the introduction of 30–60 parts by weight of carbon black

(technical carbon) into the composition of the copolymers leads to different behavior in the mixtures. For the SKI-3–SKN-40 mixtures, an increase in carbon black–rubber gel (CBRG) is observed (Figure 1). One of the reasons for the increase in CBRG in copolymer-based mixtures may be related to the strong bonding between the carbon black structures Figure 1.
The formation of a less developed carbon black structure leads to a reduction in the contact surface between the rubber and the filler. The decreased interaction effect between the rubber and the carbon black ultimately results in a reduction in the viscosity of the mixtures.
Thus, elastomeric mixtures based on the copolymers SKI-3–SKN-40, SKI-3–PVC, and SKI-3–PVA, using combinations of bitumen (petroleum oil) with furnace carbon black (P324), are characterized by lower stiffness and elastic recovery, as well as a better overall set of processing properties compared to the control mixtures.

CONCLUSION

The conducted research demonstrates that the introduction of carbon black (P324) into SKI-3-based elastomeric blends, combined with BNK, PVC, and PVA copolymers, significantly influences both the mechanical and processing properties of the materials. Although the incorporation of carbon black promoted the formation of more developed filler structures within the copolymer matrices, as indicated by the highest specific electrical resistivity in NBR blends, the overall stiffness and elastic recovery of the mixtures decreased compared to the carbon black-filled SKI-3 control. This behavior is primarily attributed to the plasticizing effect of petroleum oil (bitumen) and the modified interactions between the copolymers and the carbon black network.
Among the studied systems, the SKI-3–SKN-40-based blend exhibited the most pronounced filler network formation, resulting in higher viscosity and gel content. However, all copolymer-containing mixtures displayed improved processability, which is a desirable feature for industrial applications requiring materials with good workability and flexibility.
Overall, the combined use of copolymers, carbon black, and petroleum oil provides an effective approach for tailoring the balance between mechanical performance and processability in SKI-3-based elastomeric systems, making them promising candidates for practical applications in the production of flexible and durable rubber products.

REFERENCES

1.Suryadiansyah.M. and H. Ismail, “Thermoplastic elastomers based on polypropylene/natural rubber and polypropylene/recycle rubber blends,” Polymer Testing, vol. 21, no. 4, pp. 389–395, 2012.
2.Ulitin N.V., Shirokyh, E.B., Tereshchenko K.A., Peruhin Y.V., Zakharov V.P. effect of the catalyst composition, Ndcl3·n(i-C3H7OH)-Al(i-C4H9) 3 on its activity and molecular weight of the synthesized on it polyisoprene // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. 2014. No. 18.
3.Vernekar.S.P. et. al.Effect of latex concentration on epoxidation of natural rabber (NR) latex // J.of Applied Polymer Science, 1992. V. 44,- P. 2107 - 2114.
4.Wang, J., Hamed, G. R., Umetsu, K., & Roland, C. M. The payne effect in double network elastomers. Rubber Chemistry and Technology,2018, 78(1), p.76-83.
5.Weinstein.A.H., Incorporation of antioxidant groups in to polydiens. U. Via chain transfer reactions of symmetrical dithiodipheenols. Rubb. Chem. Technology. 2007. - V. 50, №4. - P. 641-

648.
6.Wu, Y.; Ma, J.; Liu, C.; Yan, H. Surface Modification Design for Improving the Strength and Water Vapor Permeability of Waterborne Polymer/SiO2 Composites: Molecular Simulation and Experimental Analyses. Polymers 2020, 12, p.170-173
7.Zakharov V.P., Mingaleev V.Z, Berlin A. A., Nasyrov I.Sh., Zhavoronkov D.A., Zakharova E.M. Kinetic inhomogeneity of titanium and neodymium catalysts of production of 1,4-CIS-polyisoprene. Chemical physics. 2015. Vol. 34, №3. P. 69-75
8. Береснев,В.Н., Карбоксилсодержащие каучуки .гл.21 в кн. Синтетический каучук. Москва.: Химия, 2003. - с.366 - 377.
9. Васильев В.А. Модификация изопренового каучука моноэфирами малеиновой кислоты / В.А. Васильев, Г.М. Хвостик, В.П. Смирнов, Ю.В. Морозов, И.Ш. Насыров, Ю.П. Баженов, А. А. Сланевский // Каучук и резина. – 2010. – № 6.с. 2-6.
10. Гарманов, И.В. Развитие исследований по созданию промышленного производства цис-1, 4 полиизопрена // Каучук ирезина. 2004. № 5.- с. 6 -15
11. Власова, Л.А. Получение модифицированных ненасыщенных эластомеров // Материалы XLIV отчетной научной конф. За 2005г. В 3 ч.; Воронеж, ВГТА, 2006.-Ч. 1.-с. 206-207.

Texniki karbonun BNK, PVX və PVA modifikatorları ilə bərk fazada qarışdırılmış poliizopren əsaslı (SKİ-3) elastomer qarışıqlarının xüsusiyyətlərinə təsiri

Səbinə A. Rəhimova[1], Fariz Ə. Əmirli[2], İbrahim H. Mövlayev[3], Rəsul S. Rəhimov[4], Aydan C. Cəfərova[5]

[1] [kimya müəllimi, Kimya kafedrası, UFAZ, Bakı, Azərbaycan, sabinarahimova.d@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9326-6793]

[2] [kafedra müdiri, Üzvi maddələr və yüksək molekullu birləşmələr texnologiyası, ADNSU, Bakı, Azərbaycan, Fariz.emirli@asoiu.edu.az, ORCID: 0000-0002-9095-2982]

[3] [müəllim, Üzvi maddələr və yüksək molekullu birləşmələr texnologiyası, ADNSU, Bakı, Azərbaycan, Ibrahim.Movlayev@asoiu.edu.az, ORCID: 0000-0001-6241-9892]

[4] [laboratoriya müdiri, Kimya mühəndisliyi, BMU (Bakı Mühəndislik Universiteti), Bakı, Azərbaycan, rrehimov@beu.edu.az, ORCID: 0009-0002-0217-8382]

[5] [magistrant, Üzvi maddələr və yüksək molekullu birləşmələr texnologiyası, ADNSU, Bakı, Azərbaycan, ORCID: 0009-0002-9760-2042]

XÜLASƏ

Bu araşdırmada SKİ-3 polimeri əsasında BNK, PVX və PVA ilə modifikasiya olunmuş elastomer qarışıqlarına soba mənşəli texniki karbon qarasının (P324) emal davranışına və plasto-elastik xüsusiyyətlərinə təsiri öyrənilmişdir. Tərkiblər neft mənşəli bitumla plastifikasiya edilmiş və bərk fazada işlənmişdir. Nəticələr göstərir ki, karbon qaranın əlavə edilməsi alınan qarışıqların həm reoloji, həm də mexaniki xüsusiyyətlərinin formalaşmasında mühüm rol oynayır. Yalnız SKİ-3 və karbon qara tərkibli nəzarət sistemi ilə müqayisədə, modifikator əlavə olunmuş qarışıqlar daha aşağı sərtlik, azalmış elastik bərpa qabiliyyəti və nəzərəçarpacaq dərəcədə yaxşılaşmış emal qabiliyyəti göstərmişdir. Bu dəyişikliklər modifikasiya olunmuş sistemlərdə daha geniş karbon qara zəncir strukturlarının yaranması ilə əlaqələndirilir. Xüsusilə, SKİ-3–SKN-40 tərkibli qarışıqlar karbon qara–kauçuk gelinin formalaşmasına daha güclü meyl göstərmiş və bu da öz növbəsində özlülüyün artmasına səbəb olmuşdur. Ümumilikdə, SKİ-3 əsaslı elastomer

kompozisiyalarında bitum və texniki karbonun birgə tətbiqi emal xüsusiyyətlərini yaxşılaşdırmaqla yanaşı, mexaniki xüsusiyyətlərin balansını da qoruyur və bu materialları həm davamlılıq, həm də emal rahatlığı tələb olunan praktik tətbiqlər üçün əlverişli edir.

Влияние технического углерода на свойства эластомерных смесей на основе изопрена (СКИ-3) совмещенных сополимерами БНК, ПВХ и ПВА в твердой фазе

Сабина А. Рагимова[1], Фариз А. Амирли[2], Ибрагим Х. Мовлаев[3], Расул С. Рагимов[4], Айдан Дж. Джафарова[5]

[1] [преподаватель химии, кафедра химии, Французско-Азербайджанский университет (UFAZ), Баку, Азербайджан, sabinarahimova.d@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9326-6793]

[2] [заведующий кафедрой, Технология органических веществ и высокомолекулярных соединений, Азербайджанский государственный нефтяной и промышленный университет, АГУНП, Баку, Азербайджан, Fariz.emirli@asoiu.edu.az, ORCID: 0000-0002-9095-2982]

[3] [преподаватель, Технология органических веществ и высокомолекулярных соединений, АГУНП, Баку, Азербайджан, Ibrahim.Movlayev@asoiu.edu.az, ORCID: 0000-0001-6241-9892]

[4] [заведующий лабораторией, Химическая инженерия, Бакинский инженерный университет (BEU), Баку, Азербайджан, rrehimov@beu.edu.az, ORCID: 0009-0002-0217-8382]

[5] [магистрант, Технология органических веществ и высокомолекулярных соединений, АГУНП, Баку, Азербайджан, ORCID: 0009-0002-9760-2042]

АННОТАЦИЯ

В настоящем исследовании рассматривается влияние печного технического углерода (P324) на технологическое поведение и пластоэластичные свойства эластомерных смесей на основе полимера СКИ-3, модифицированного БНК, ПВХ и ПВА. Формулы были пластифицированы нефтяным битумом и обработаны в твёрдой фазе. Полученные данные свидетельствуют о том, что введение технического углерода играет важную роль в формировании как реологических, так и механических характеристик полученных смесей. По сравнению с контрольной системой, содержащей только СКИ-3 и технический углерод, смеси на основе сополимеров продемонстрировали меньшую жёсткость, пониженную эластичную восстановимость и заметно улучшенную перерабатываемость. Эти изменения связаны с формированием более разветвлённых цепных структур технического углерода в модифицированных системах. В частности, смеси СКИ-3–СКН-40 проявили более выраженную склонность к образованию геля технический углерод–каучук, что способствовало увеличению вязкости. В целом, комбинированное использование битума и технического углерода в эластомерных композициях на основе СКИ-3 позволяет улучшить перерабатываемость материалов при сохранении благоприятного баланса механических свойств, что делает их пригодными для практического применения, требующего как прочности, так и удобства в переработке.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0576

BIOPLASTICS VS. PLASTIC-TO-FUEL: WHICH HOLDS THE KEY TO A SUSTAINABLE FUTURE?

Amirli Fariz[1], Azizbayli Hamida[2,3], Rahimov Amil[4]

[1][Head of Department "Technology of organic substances and high molecular compounds", Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan, email: fariz.emirov@asoiu.edu.az , http:orcid.org//0000-0002-9095-2982]
[2][Doctor of philosophy, Lecturer, Department of "Technology of organic substances and high molecular compounds", Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan, email: hamida.azizbayli@asoiu.edu.az, http:orcid.org//0000-0002-5341-6750]
[3][Leading scientific researcher, the Institute of Petrochemical Processes of Ministry of Science and Education Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan, email: ezizbeylihemide@yahoo.com , http:orcid.org//0000-0002-5341-6750]
[4][Bachelor student of chemical technology faculty, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan]
Corresponding author's email: ezizbeylihemide@yahoo.com

ABSTRACT

This study presents a comparative analysis of two sustainable plastic waste solutions: bioplastics production and plastic-to-fuel pyrolysis. It aims to compare technical processes (bioplastic synthesis (e.g., PLA fermentation) vs. pyrolysis mechanisms (e.g., catalytic cracking)), evaluate economic scalability (production costs, policy impacts, and market projections, quantify environmental trade-offs (lifecycle emissions, water/land use, and secondary waste generation) and propose an integrated deployment model that targets improved waste minimization while reducing costs and environmental risks concurrently. Our findings demonstrate that while bioplastics offer 30-70% reduction in CO_2 emissions compared to conventional plastics, they incur higher production costs (2,000−6,000 per ton) and face recycling challenges due to material incompatibility with existing systems. Conversely, pyrolysis technology shows remarkable efficiency in waste conversion, processing over 90% of non-recyclable plastics into usable fuels at 300 −600 per ton operational cost, though requiring significant energy input (500-900°C operating temperatures). The research highlights how these complementary technologies can be strategically combined in a hybrid model, with bioplastics ideal for packaging applications and pyrolysis best suited for end-of-life plastic waste treatment.

Keywords: biopolymers, thermal degradation, waste management, circular economy, eco-friendly polymers

Introduction

The global production of plastic has hit a figure of over 400 million metric tons annually, with a recycling rate of less than 10% of this volume, leading to immense landfilling and environmental waste[1]. Conventional petroleum-based plastics, although economically favorable, are responsible for long-lasting environmental degradation, microplastic pollution, and carbon emissions during their entire life cycle. Two novel approaches have been suggested as promising alternatives to mitigate these issues: bioplastics produced from renewable biological materials and plastic-to-fuel pyrolysis, a thermal treatment technology that enables the conversion

of waste plastic to fuel.

Bioplastics like polylactic acid (PLA) and polyhydroxyalkanoates (PHA) are produced from agricultural feedstocks like corn and sugarcane, exhibiting traits of biodegradability and reduced carbon footprint. Pyrolysis, on the other hand, addresses the problem of existing plastic wastes by utilizing thermal decomposition of mixed polymers to yield pyrolysis oil, syngas, and char, thereby diverting non-recyclable wastes from landfills. Despite their promise, these technologies are often analyzed in isolation, with a lack of comparative assessment of their economic viability, systemic sustainability, and scalability.

This study fills a major gap by offering the first thorough examination of pyrolysis and bioplastics in three separate dimensions:

Technical feasibility, including PLA fermentation pathways (e.g., Lactobacillus-mediated lactic acid synthesis) and catalytic pyrolysis mechanisms (e.g., ZSM-5 zeolite optimization).

Economic scalability, evaluating production costs (2,000–6,000/ton for bioplastics vs.300–600/ton processing costs for pyrolysis) against market forces like the EU's plastic tax and fluctuating crude oil prices.

Environmental trade-offs, employing lifecycle assessment (LCA) to quantify water usage (3,000 L/ton PLA vs. 100 L/ton pyrolysis), land occupation, and secondary impacts like microplastic generation.

Recent advancements, such as NatureWorks' 150,000-ton/year PLA facilities and Plastic Energy's 85%-efficient pyrolysis plants, demonstrate growing industrial adoption. However, unresolved challenges persist, including bioplastics' incompatibility with conventional recycling streams and pyrolysis' reliance on energy-intensive heating (500–900°C). By synthesizing data from 45 global case studies and projecting cost trajectories to 2040, this work proposes a hybrid deployment model that strategically combines both technologies, optimizing waste mitigation while minimizing trade-offs [2-3].

This analysis not only informs policymakers and industry stakeholders but also advances academic discourse by resolving contradictions in prior singular-technology studies. The following sections detail methodologies, validate findings through comparative LCA, and provide actionable frameworks for sustainable plastic management.

Methodology and Chemical aspects

Polylactic acid (PLA) is a prominent bioplastic synthesized from renewable resources, primarily derived from corn starch (which accounts for 72% of global production) and sugarcane (25%). The production of PLA involves several key chemical processes, starting with feedstock preparation [4]. The first step in feedstock preparation is enzymatic hydrolysis, in which enzymes such as α-amylase and glucoamylase are employed to convert starch into glucose. This conversion is crucial as glucose serves as the starting material for the subsequent fermentation step. In the fermentation process, specific microorganisms, notably Lactobacillus strains (e.g., L. casei), are utilized to transform glucose into lactic acid. The fermentation conditions are maintained at a pH of 5.5 to 6.5 and a temperature range of 37 to 42°C. This fermentation period lasts between 48 to 72 hours and typically achieves a remarkable glucose-to-lactate conversion efficiency of 90-95%. Following fermentation, lactic acid undergoes polymerization to form PLA. There are two main methods for this polymerization:

Direct Polycondensation: In this method, lactic acid ($HO\text{-}CH(CH_3)\text{-}COOH$) is subjected to elevated temperatures (around 180°C) under vacuum conditions, utilizing a tin(II) octoate

catalyst. The reaction can be represented as follows:

$$n(HO\text{-}CH(CH_3)\text{-}COOH) \rightarrow H\text{-}[O\text{-}CH(CH_3)\text{-}CO]n\text{-}OH + (n\text{-}1)H_2O\ ]$$

Ring-Opening Polymerization: For producing PLA with higher molecular weights (Mn > 100,000), lactide (the dimer of lactic acid) can be polymerized. This process typically occurs at around 140°C with a controlled amount of tin octoate catalyst (0.01% w/w).

These processes collectively contribute to the effective synthesis of PLA, highlighting the potential of using renewable feedstocks for bioplastics production.

Polyhydroxyalkanoates (PHA) are a type of biodegradable polymer produced by certain bacteria as a means of storing carbon and energy [5]. One of the prominent bacterial strains used for PHA production is Cupriavidus necator (H16), which has been shown to efficiently convert various carbon sources into PHA.

1. Bacterial Strains

Cupriavidus necator (H16) is a well-studied microorganism that can utilize a variety of carbon sources, including waste cooking oil and volatile fatty acids (VFAs). These carbon sources play a critical role in the accumulation of PHA, with studies indicating that they can lead to a cell dry weight accumulation of 60-80% of the total biomass.

2. Carbon Source

Waste cooking oil and VFAs serve as sustainable feedstocks for PHA production. The use of such waste products not only contributes to environmental sustainability, by reducing waste, but also enhances the economic viability of PHA production.

3. Extraction Method

The extraction of PHA from bacterial cells typically involves the following steps:

Solvent Extraction: The bacteria are harvested, and chloroform is often used along with sodium hypochlorite (NaClO) to facilitate the extraction process. This combination helps to solubilize the PHA while effectively separating it from the cellular debris.

Purification: The resulting mixture is processed to achieve a PHA purity of around 90%.

Solvent Evaporation: Finally, the chloroform is evaporated, leaving behind purified PHA.

This method enables the efficient recovery of high-purity PHA, which can then be utilized in various applications, highlighting the potential of utilizing microbial processes for producing biodegradable alternatives to conventional plastics.

Plastic-to-Fuel Pyrolysis: Overview of Technical Parameters. Plastic-to-fuel pyrolysis is an important process for converting plastic waste into usable fuels through thermal decomposition [6]. Below is a detailed breakdown of the technical parameters related to the classification, catalytic mechanisms, and energy balance of the pyrolysis process.

Plastic-to-fuel pyrolysis can be classified based on various criteria:

1. Batch vs. Continuous Processing:

- Batch Pyrolysis: Involves processing fixed amounts of plastic waste in batches, allowing for greater control over the reaction conditions.

- Continuous Pyrolysis: Involves a continuous feed of plastic waste, resulting in a more consistent output and efficiency, making it suitable for large-scale operations.

2. Thermal vs. Catalytic Pyrolysis:

- Thermal Pyrolysis: Relies solely on heat to break down plastics, typically at higher temperatures (around 400-600°C), but often results in lower quality products.

- Catalytic Pyrolysis: Utilizes catalysts to lower the required temperatures and improve

product yields and quality, leading to enhanced fuel characteristics.

Catalytic Mechanisms. The use of zeolite catalysts, particularly ZSM-5, significantly influences the yields and properties of the produced fuels [7].

1. Zeolite Catalysts (ZSM-5):

- Si/Al Ratio: A Si/Al ratio of 30 has been observed to yield an 82% liquid yield from plastic waste. The Si/Al ratio influences the acidity and capability of the catalyst to promote useful reactions.

- Promotes Deoxygenation: The use of ZSM-5 helps increase the hydrogen-to-carbon (H/C) ratio from 1.5 to 1.8, which enhances the quality of the liquid fuel by reducing oxygen content, thereby improving its stability and energy density.

2. Metal Dopants:

- Nickel-Doped ZSM-5 (Ni/ZSM-5): A loading of 5% Nickel enhances the catalytic activity. This doping leads to an increase in the cetane number of the fuel from 45 to 58, indicating improved ignition quality, which is particularly important for diesel-like fuels.

Energy Balance. The energy efficiency of the plastic-to-fuel pyrolysis process is assessed using the following formula:

$$\text{Ɒ} = \frac{\text{Energy in fuel oil (35 MJ/kg}}{\text{Energy input (15–20 MJ/kg}} \approx \mathbf{175 - 230\%}$$

- The calculated efficiency ranges from 175% to 230%, suggesting a net positive energy return from the process. This is particularly favorable when the byproduct syngas is utilized for energy production or as a feedstock for other chemical processes.
- The favorable energy balance indicates that the process not only recycles plastic waste but also creates a valuable energy resource, making it an attractive solution for waste management and energy generation.

Plastic-to-fuel pyrolysis offers an innovative and sustainable approach to managing plastic waste. By optimizing the use of catalysts and understanding the energy dynamics, this technology can significantly contribute to resource recovery and energy sustainability [8-9].

Key technical advantages and challenges are given in table 1.

Table 1. Key technical advantages and challenges

Technology	Chemical Advantage	Process Limitation
PLA (Polylactic Acid)	Hydrolytic degradation (pH >7.5): Breaks down in basic environments.	Tg ~60°C: Low heat resistance, limiting applications.
PHA (Polyhydroxyalkanoates)	Marine biodegradability (28 days): Decomposes in seawater.	High extraction cost ($4/kg): Makes it expensive.
Pyrolysis	Halogen removal (Cl <50 ppm): Prevents toxic emissions.	Catalyst deactivation (300 cycles): Reduces efficiency over time.

Which Method is Better?

Comparative analysis of bioplastics and plastic-to-fuel pyrolysis is given in table 2.

Table 2. Bioplastics vs plastic-to-fuel pyrolysis.

Criterion	Bioplastics Win When...	Plastic-to-Fuel Pyrolysis Wins When...
Primary Goal	Reducing new fossil plastic use /Long-term sustainability	Eliminating existing plastic waste /Immediate waste reduction
Economic Conditions	Oil prices > $80/barrel / High subsidies for bio-feedstocks	Oil prices > $60/barrel / Incentives for waste-to-fuel conversion
Waste Type	Clean, single-use plastics (e.g., food packaging)	Mixed/dirty plastics (e.g., multilayer films, contaminated waste)
Infrastructure	Agricultural land and bio-refineries are available	Industrial plants with energy access (e.g., waste-rich urban areas)
Environmental Priority	Lowering lifetime carbon footprint (30-70% CO_2 reduction)	Avoiding landfill emissions (50-80% CO_2 reduction vs. landfilling)
Scalability	Feedstock supply is stable (e.g., sugarcane/corn surplus)	High-volume plastic waste streams (e.g., coastal regions with marine plastic pollution)
Policy Support	Mandates for bio-based content (e.g., EU's 60% bioplastic target by 2030)	Tax credits for chemical recycling (e.g., U.S. Inflation Reduction Act incentives)

Case Studies and Real-World Applications

Bioplastics Companies:

NatureWorks (USA):

Produces 150,000 tons/year of PLA (Ingeo™) for packaging/textiles .

Partners with Coca-Cola for plant-based bottles .

Novamont (Italy):

Markets Mater-Bi® starch blends, achieving 120,000 tons/year capacity .

Pyrolysis Plants

Plastic Energy (Spain/UK):

Operates 20,000-ton/year plants, converting mixed plastics to diesel with 85% yield .

Brightmark (USA):

Processes 100,000 tons/year, producing ultra-low-sulfur fuel .

Cost Analysis: Bioplastics vs. Pyrolysis

A. Bioplastics Production Costs [10-11]

Current Global Production (2024):

~2.4 million metric tons/year

Average Cost:

- PLA: $2,000–3,000 per ton
- PHA: $4,000–6,000 per ton
- Starch-based blends: $1,500–2,500 per ton

Key Cost Drivers:

- Feedstock (corn, sugarcane) prices (~40% of cost)
- Energy-intensive fermentation & polymerization (~30%)
- Limited economies of scale (higher than petroleum plastics)

B. Plastic-to-Fuel Pyrolysis[12]

Global Pyrolysis Capacity (2024):

~1.5 million tons/year

Average Cost:

- Capital Cost: $50–150 million for a 50,000-ton/year facility
- Operational Cost: $300–600 per ton

Fuel Output Value:

- Pyrolysis Oil: $400–800/ton
- Byproduct Gas/Char: Additional $50–100/ton

Key Cost Drivers:

- High energy demand
- Pre-treatment (sorting, cleaning plastic waste)
- Low profit margins if oil prices drop

Conclusion

In the quest for sustainable alternatives to conventional plastics, both bioplastics, particularly polylactic acid (PLA) and polyhydroxyalkanoates (PHA), and plastic-to-fuel pyrolysis offer viable pathways to address environmental concerns associated with plastic waste. PLA stands out for its potential to reduce reliance on fossil fuels and its relatively lower carbon footprint in comparison to traditional plastics. Its production from renewable feedstocks like corn and sugarcane aligns with the growing demand for environmentally friendly materials, particularly in packaging and textiles.

However, the high cost of production and limited heat resistance are significant barriers to its widespread adoption. On the other hand, plastic-to-fuel pyrolysis addresses the pressing issue of existing plastic waste by converting non-recyclable plastics into valuable fuels. This method demonstrates immediate waste reduction benefits, particularly in urban areas with high volumes of plastic waste.

The efficiency of pyrolysis can be significantly enhanced through catalytic processes, which improve fuel quality and reduce energy requirements. However, the economic viability of pyrolysis can be affected by fluctuating oil prices and operational costs. Ultimately, neither method emerges as a definitive solution in isolation. A hybrid approach that combines the strengths of bioplastics and pyrolysis may offer an optimal path forward. By utilizing bioplastics for clean, single-use applications, while employing pyrolysis for hard-to-recycle multipurpose plastics, we can effectively tackle both plastic waste and fossil fuel dependency. Policy support, market incentives, and continued innovation in both areas will be critical in shaping a sustainable future for polymer technologies and waste management.

Recommendation: Bioplastics are better for long-term sustainability but need cheaper feedstocks. Pyrolysis is better for immediate waste reduction but requires clean energy.A hybrid approach (bioplastics for packaging + pyrolysis for hard-to-recycle waste) may be optimal.

References

1. IEA (2023) – Chemical Recycling Report
2. European Bioplastics. (2023). Bioplastics market data 2023. https://www.european-bioplastics.org/market/
3. Nova Institute. (2023). Bioplastics development and market forecasts 2023-2030. https://www.nova-institute.eu
4. NatureWorks LLC. (2023). Ingeo™ biopolymer production technology. https://www.natureworksllc.com
5. Sudesh, K., & Abe, H. (2022). Polyhydroxyalkanoates from renewable resources: Production methods. Bioresource Technology, 345, 126496. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.126496
6. International Energy Agency. (2023). The future of chemical recycling. https://www.iea.org/reports/chemical-recycling
7. Zhang, Y., et al. (2021). Catalytic pyrolysis of plastic waste using ZSM-5 zeolites. Energy & Environmental Science, 14(5), 2639-2651. https://doi.org/10.1039/D1EE01545E
8. Plastic Energy. (2023). Chemical recycling projects in Europe. https://plasticenergy.com
9. Walker, T. W., et al. (2022). Lifecycle assessment of bioplastics and pyrolysis fuels. ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 10(12), 4567-4578. https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.2c00034
10. McKinsey & Company. (2022). The economics of advanced plastic recycling. https://www.mckinsey.com/industries/chemicals/our-insights
11. European Environment Agency. (2023). Plastics in the circular economy. https://www.eea.europa.eu
12. U.S. Department of Energy. (2022). Bioenergy technologies office: Waste plastics to fuel. https://www.energy.gov/eere/bioenergy

Биопластик против пластика в топливе: в чем ключ к устойчивому будущему?

Амирли Фариз[1], Азизбейли Гамида[2,3], Рагимов Амиль[4]

[1][Заведующий кафедрой «Технология органических веществ и высокомолекулярных соединений», Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан, электронная почта: fariz.emirov@asoiu.edu.az , http:orcid.org//0000-0002-9095-2982]
[2][Доктор философии, преподаватель кафедры «Технология органических веществ и высокомолекулярных соединений», Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан, email: hamida.azizbayli@asoiu.edu.az, http:orcid.org//0000-0002-5341-6750]
[3][Ведущий научный сотрудник, Институт нефтехимических процессов Министерства науки и образования Азербайджанской Республики, Баку, Азербайджан, email: ezizbeylihemide@yahoo.com , http:orcid.org//0000-0002-5341-6750]
[4][Бакалавр химико-технологического факультета, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан]
Электронная почта ответственного автора: ezizbeylihemide@yahoo.com

Тип статьи: Получение и применение композиционных материалов

АННОТАЦИЯ

В данном исследовании представлен сравнительный анализ двух устойчивых решений по переработке пластиковых отходов: производство биопластика и пиролиз из пластика в топливо. Целью является сравнение технических процессов (синтез биопластика (например, ферментация PLA) с механизмами пиролиза (например, каталитический крекинг)), оценка экономической масштабируемости (затраты на производство, влияние политики и рыночные прогнозы), количественная оценка экологических компромиссов (выбросы в течение жизненного цикла, использование воды/земли и образование вторичных отходов) и предложение интегрированной модели развертывания, которая нацелена на улучшение минимизации отходов при одновременном снижении затрат и экологических рисков. Наши результаты показывают, что, хотя биопластики обеспечивают снижение выбросов CO_2 на 30–70 % по сравнению с обычными пластиками, они влекут за собой более высокие производственные затраты (2000–6000 за тонну) и сталкиваются с проблемами переработки из-за несовместимости материалов с существующими системами. Стоимость, хотя и требуют значительных затрат энергии (рабочие температуры 500–900 °C). Исследование подчеркивает, как эти взаимодополняющие технологии могут быть стратегически объединены в гибридной модели, при этом биопластики идеально подходят для упаковочных приложений, а пиролиз лучше всего подходит для переработка пластиковых отходов, отслуживших свой срок.
Ключевые слова: биополимеры, термическая деградация, управление отходами, круговая экономика, экологически чистые полимеры.

Bioplastiklərə qarşı Plastikdən-Yanacağa: dayanıqlı gələcəyin açarı hansındadır?

Əmirli Fariz[1], Əzizbəyli Həmidə[2,3], Rəhimov Amil[4]

[1][Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, "Üzvi maddələr və yüksək molekullu birləşmələrin texnologiyası" kafedrasının müdiri, Bakı, Azərbaycan, email: fariz.emirov@asoiu.edu.az , http:orcid.org//0000-0002-9095-2982]
[2][Fəlsəfə elmləri doktoru, "Üzvi maddələr və yüksək molekullu birləşmələrin texnologiyası" kafedrasının müəllimi, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan, email: hamida.azizbayli@asoiu.edu.az , http:orcid.org//0000-0002-5341-65]
[3][Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun aparıcı elmi işçisi, Bakı, Azərbaycan, email: ezizbeylihemide@yahoo.com , http:orcid.org//0000-0002-5341-6750]
[4][Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin kimya texnologiyası fakültəsinin magistr tələbəsi, Bakı, Azərbaycan]
Cavabdeh müəllifin e-poçtu: ezizbeylihemide@yahoo.com
Məqalədə plastik tullantıların təkrar emalının iki davamlı həlli üsulunun müqayisəli təhlili təqdim edilmişdir: bioplastik istehsalı və plastikdən-yanacağa piroliz. Məqsəd texniki prosesləri (bioplastik sintezi (məsələn, polisüd turşusunun fermentasiyası)) ilə piroliz mexanizmlərini (məsələn, katalitik krekinq)) müqayisə etmək, proseslərin iqtisadi dəyərini qiymətləndirmək (istehsal xərcləri, bazar siyasətinə və proqnozlarına təsiri), ətraf mühitə təsirlərinin kəmiyyətini müəyyən etmək (həyat dövrü emissiyaları, su/torpaqdan istifadə və ikincili tullantıların yaradılması modelini təkmilləşdirmək) xərclərin və ekoloji risklərin azaldılmasının minimuma

endirmək yollarının araşdırılmasından ibarət olmuşdur. Ədəbiyyat məlumatlarının təhlili nəticəsində bioplastiklərin adi plastiklərlə müqayisədə CO_2 emissiyasını 30-70% azaltmağa imkan verdiyini, lakin bununla yüksək istehsal xərclərinə səbəb olduğunu (bir tona 2000-6000 dollar) və mövcud sistemlərə uyğun olmadığından təkrar emal problemləri ilə üzləşdiyi məlum olmuşdur. Digər tərəfdən, pirolizin texnologiyası önəmli miqdarda enerji tələb etsə də (500-900°C işləmə temperaturu) təkrar emal edilə bilməyən plastiklərin 90 %-dən çoxunu 1 ton üçün 300 -600 dollar xərclə yararlı yanacaqlara çevirərək təkrar emal proseslərinə önəmli töhfə verir. Təqdim olunan məqalə bu tamamlayıcı texnologiyaların, bioplastiklərin qablaşdırmada, pirolizin isə istifadə müddəti bitmiş plastik tullantıların təkrar emalında tətbiqinin daha ideal olduğu uyğun bir hibrid modeldə necə birləşdirilə biləcəyini vurgulayır.

Açar sözlər: biopolimerlər, istilik deqradasiyası, tullantıların idarə olunması, dairəvi iqtisadiyyat, ekoloji təmiz polimerlər.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0585

EXAMINATION OF CARBON BLACK IN POLYMER MATERIALS

Aynur Aliasgarli[1], Rasmiyya Mammadova, Aida Shahmammadova, Fariz Amirli, Samira Bayramova, Aynur Mammadova, Gunel Azizova, Konul İravanlı

[1]STP Polymer -Laboratory Chief Specialist.
Azerbaijan State Oil and Industry University
Department of technology of organic substances and high molecular compounds
rasmiyyamammadova76@gmail.com, http://orcid.org/0009-0007-8698-8302
https://orcid.org/0000-0002-8795-7758
http://orcid.org/0000-0002-9095-2982
http://orcid.org/0000-0001-8142-3483
http://orcid.org/0000-0002-1938-1320
http://orcid.org/0000-0003-1913-4554
http://orcid.org/0000-0002-9696-0887

Abstract

Carbon black is one of the essential functional additives widely used in the polymer industry. It is a fine particulate material primarily composed of carbon and is obtained through the incomplete combustion or thermal decomposition of organic substances. While carbon black is mainly used as a coloring agent in polymers, its functions extend beyond this application.

Carbon black enhances the resistance of polymers to ultraviolet (UV) radiation, preventing their photodegradation. Additionally, it improves the mechanical properties of polymers by increasing their strength, elasticity, and wear resistance. By enhancing thermal stability, it ensures the durability of polymers at high temperatures. Moreover, adding carbon black in specific concentrations can impart electrical conductivity to polymers, which is crucial for the production of antistatic and electrically conductive materials.

Due to these advantageous properties, carbon black finds extensive applications in various industries. It is used in the automotive sector for manufacturing tires and vehicle components, in the plastics industry for pipes, cables, and packaging materials, in electronics for antistatic coatings, and in the construction sector for protective and insulating materials.

This article explores the key functions, benefits, and applications of carbon black in polymers.

Key words: Carbon black, polymers, ultraviolet stability, mechanical properties, electrical Conductivity, thermal stability

Introduction

The polymer industry has expanded rapidly in recent years, driven by technological advancements and the application of new technologies. The quality of raw materials and additives used in this field plays a crucial role in its development. Carbon black, as one of these raw materials, is an essential functional additive that improves the properties of polymer materials and is widely applied in various sectors.

Carbon black is a fine, black, particulate material obtained through the incomplete

combustion or thermal decomposition of organic substances. In the polymer industry, it is primarily used for coloring, UV protection, and enhancing mechanical and thermal properties. Additionally, the inclusion of carbon black also improves the electrical conductivity of polymers, which is another important feature. Therefore, the use of carbon black in polymers is not limited to coloring but also serves as a tool for enhancing the overall functionality of the material.

This article explores the role and use of carbon black in polymer raw materials, as well as its analysis and significance in the industry. The changes brought about by the incorporation of carbon black into polymer materials, the advantages it provides in terms of product performance, and its application areas will be discussed in detail.

Purpose

The purpose of this analysis is to evaluate the carbon black content and ash levels in polymer raw materials and to ensure compliance with industry standards, particularly the EN 12201-1 standard. This assessment aims to verify that the polymer materials possess the required properties, such as UV resistance, mechanical strength, and durability, which are enhanced by the proper amount of carbon black. Additionally, the analysis seeks to ensure that the materials meet the necessary quality control criteria, contributing to the overall performance and reliability of the final polymer products in various industrial applications.

Analysis of Carbon Black in Polymer Raw Materials

As is known, various additives are added to polymer raw materials to improve or alter their properties. Carbon black is added to polymer raw materials to protect them from the effects of ultraviolet (UV) radiation. One of the international standards used to measure the amount of pigment in polyethylene is ISO 9964. This standard covers the testing method applied for the determination of carbon black and ash content in polymers[1-2].

For this analysis, a black-colored high-density polyethylene sample was taken. The sample is subjected to combustion (pyrolysis) in two stages at high temperatures. The carbon pigment in the ARM CRP 100 B raw material was examined for the test.

Required Equipment for the Test:

Carbon Black analysis equipment
Muffle furnace
Laboratory tongs to handle the crucible
Heat-resistant gloves
Maximum sample amount required: 10 grams
Electronic scale (for precise weight measurement)
Desiccator (for cooling process)
Laboratory notebook and pen

Initial Stage:

The empty crucible is dried in the muffle furnace at 900°C for 30 minutes.

Afterward, the crucible is cooled in the desiccator, and its weight is measured and recorded.

Sample Preparation:

After the crucible cools, 1 gram of the sample is placed inside the crucible, and the weight of the crucible along with the sample is recorded (Figure 1).

Pyrolysis Stage:

The sample is burned in the Carbon Black analysis equipment in an inert nitrogen atmosphere at 550°C for 45 minutes (Figure 2).

After the combustion process, the sample is left in the desiccator until completely cooled

and then weighed again (Figure 3).

Calcination Stage:

The cooled sample is fully calcined with the crucible in the muffle furnace at 900°C.

After the calcination process is completed, the sample is cooled in the desiccator and weighed again (Figure 4).

Calculation of Results:

Based on the obtained results, the amounts of carbon black and ash are calculated.

Five samples from the same raw material were selected for the test and analyzed (Table 1). To increase the accuracy of the experiment, the results are compared, and statistical analysis is performed.

The table above presents the results of the analysis for carbon black content and ash content in five samples of polymer raw materials. The data is evaluated against the requirements of the **EN 12201-1** standard, which sets the acceptable limits for carbon black content in polymer materials used for specific applications, such as pipes and other infrastructure materials[1-4].



Figure 1



Figure 2



Figure 3



Figure 4

Table 1. Results of Carbon Black and Ash Content Analysis in Polymer Raw Materials

№	Carbon Black Content (%)	According to EN 12201-1 Standard	Ash Content	Result
1	2.21	2-2.5	0.02	Passed the test
2	2.19	2-2.5	0.0	Passed the test
3	2.22	2-2.5	0.01	Passed the test
4	2.18	2-2.5	0.0	Passed the test
5	2.17	2-2.5	0.0	Passed the test

This table shows the carbon black content and ash content of different samples. All samples meet the requirements set by the EN 12201-1 standard and passed the test.

Carbon Black Content (%):

This column shows the percentage of carbon black present in each sample. Carbon black is a key additive in polymers, contributing to properties such as UV resistance, improved mechanical strength, and enhanced durability. The carbon black content of each sample falls within the acceptable range set by the EN 12201-1 standard (2-2.5%).

According to EN 12201-1 Standard:

This column specifies the required range for carbon black content in the polymer material, which, in this case, is between 2% and 2.5% as per the EN 12201-1 standard. All the samples meet this requirement, indicating that the material composition aligns with the standard's specifications.

This column represents the amount of residual ash after the combustion of the carbon black material. Ash content is an important quality indicator, as it reflects the purity of the carbon black used. Lower ash content generally indicates higher-quality carbon black. All the samples show minimal ash content, with values ranging from 0.0% to 0.02%, which is within acceptable limits.

This column indicates whether each sample passes or fails the test. In this case, all the samples pass the test, as they meet the required criteria for both carbon black content and ash content. This demonstrates the high quality of the polymer materials being tested [3-5].

The results indicate that the tested polymer raw materials conform to the **EN 12201-1 standard**, ensuring that the carbon black content is within the specified range and the ash content is low, which ensures the material’s overall quality, durability, and performance. The successful test outcomes highlight the importance of quality control and the role of carbon black in enhancing the properties of polymer materials[5-9].

Explanation of Ash Content in Carbon Black Analysis

During the analysis of carbon black content in polymer materials, the amount of ash is also measured. Ash content is the residue left after the combustion of carbon black and other organic

materials during the calcination process. In this context, it is important to note that the amount of ash is not normalized during the analysis, but it is a crucial factor in determining the quality of the polymer material.

According to scientific literature and industry standards, the ash content should not exceed 1%. Higher ash levels can indicate impurities or the presence of excessive inorganic material, which may negatively impact the properties of the polymer, such as its mechanical strength, flexibility, and overall performance. While ash content is not normalized in the results, ensuring it stays below this 1% threshold is essential for maintaining the quality and functionality of the polymer.

Thus, the analysis and control of both carbon black content and ash content are important steps in ensuring that polymer materials meet the required specifications and deliver the desired performance in their intended applications.

Conclusion:

Analysis and Significance of Results:

This analysis allows determining the conformity of the polymer raw material's carbon black and ash content and assessing its quality. To ensure the accuracy of the results, the tests are conducted multiple times, and average values are calculated.

The proper amount of carbon black improves the mechanical and optical properties of the polymer. A quantity below or above the norm can affect the material's elasticity, UV resistance, and color stabilization. Therefore, such analyses play a vital role in quality control and ensuring compliance with standards [10-11].

These tests are widely used to check the quality of products both in laboratory conditions and in industrial-scale production. The application of this method in the polymer industry is crucial for enhancing material durability and ensuring a long service life.

REFERENCE

1. Chatterjee, S., Kumar, R., & Pradhan, D. (2017).
"Enhancement of Mechanical Properties of Polymers by Carbon Black: A Review." Journal of Applied Polymer Science, 134(15), 1-10.
[DOI: 10.1002/app.45021]
2. Liang, Y., Zhang, L., & Wang, Y. (2015).
"The Effect of Carbon Black on the UV Stability and Mechanical Properties of Polyethylene." Polymer Engineering and Science, 55(8), 1762-1770.
[DOI: 10.1002/pen.24055]
3. Shiroishi, T., Hashimoto, Y., & Otsuka, K. (2018).
"Electrical Conductivity of Carbon Black Filled Polymer Composites." Composites Science and Technology, 157, 126-133.
[DOI: 10.1016/j.compscitech.2018.02.004]
4. ISO 9964-1:2007.
"Plastics — Determination of Carbon Black Content in Polyolefin Materials — Part 1: Method for Polyolefin Materials." International Organization for Standardization.
5. Mohanty, A. K., & Misra, M. (2019).
"The Role of Carbon Black in Rubber and Tire Applications." Rubber Chemistry and Technology, 92(4), 474-487.
[DOI: 10.5254/rct.19.86388]

6. Park, C., Lee, J., & Kim, S. (2016).
"Influence of Carbon Black on the Properties of Polypropylene and its Applications in Packaging." Journal of Plastic Film & Sheeting, 32(4), 356-365.
[DOI: 10.1177/8756087916633870]
7. Г.Г.Азизова, Амиров Ф.А., Мовлаев И.Г., Мамедова Г.А., Ханкишиева Р.Ф., Мамедов Ш.М. Исследование особенности вулканизации и характера вулканизационных структур бутадиен-нитрильного каучука, Sumqayit Dövlət Universiteti Elmi Xəbərlər, Təbiət və texniki elmlər bölməsi, Cild 23, № 3, 2023
8. Amirli F.A., Movlayev I.H., Aliyeva G.A., Mammadova A.F. Compositions based on modified and filled epoxy oligomer. PPOR, Vol. 24, No. 4, 2023, pp. 689-696
https://ppor.az/index.php/ppor/article/view/295/259
9. Movlayev I.G., Mammadova A.F. Determination of the main parameters of the modified epoxide oligomer. International Science Group. International Science Journal of Engineering & Agriculture, 2024, Vol.3, No.6, pp.95-100
10. Amirli F.A., Movlayev I.H., Mammadova A.F. Study of the rheology properties of the mixture of terminal ethylene-propylene rubber with benzynamine-modified phenol-formaldehyde oligomer. PPOR,Vol. 26, No. 1, 2025, pp.229-239
https://doi.org/10.62972/1726-4685.2025.1.229
ISSN:print -1726-4685; online -2519-2876
11. Sh.M.Mammadov, G.A.Mammadova, R.F.Khankishieva, F.A.Amirov, G.G.Azizova, I.G.Movlaev, J.Sh.Mammadov Investigation of the rheological structural parameters of a network of NBR-based vulcanizates with theparticipation of chlorine-containing, Journal of new technology and Materials, Vol 13, ISSUE 1,2023,70-74

Айнур Алиасгарли1, Рамсия Маммадова, Айда Шахмаммедова, Фариз Амирли, Самира Байрамова, Айнур Маммадова, Гюнель Азизова, Кенул Ираванлы
1СТП Полимер – ведущий специалист лаборатории.
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
Кафедра технологии органических веществ и высокомолекулярных соединений
rasmiyyamammadova76@gmail.com, http://orcid.org/0009-0007-8698-8302
https://orcid.org/0000-0002-8795-7758
http://orcid.org/0000-0002-9095-2982
http://orcid.org/0000-0001-8142-3483
http://orcid.org/0000-0002-1938-1320
http://orcid.org/0000-0003-1913-4554
http://orcid.org/0000-0002-9696-088

Исследование углерода в полимерных материалах

Айнур Алиасгарли1, Рамсия Маммадова, Айда Шахмаммедова, Фариз Амирли, Самира Байрамова, Айнур Маммадова, Гюнель Азизова, Кенул Ираванлы
[1]STP Polymer – ведущий специалист лаборатории.
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
Кафедра технологии органических веществ и высокомолекулярных соединений
rasmiyyamammadova76@gmail.com, http://orcid.org/0009-0007-8698-8302
https://orcid.org/0000-0002-8795-7758
http://orcid.org/0000-0002-9095-2982

http://orcid.org/0000-0001-8142-3483
http://orcid.org/0000-0002-1938-1320
http://orcid.org/0000-0003-1913-4554
http://orcid.org/0000-0002-9696-0887

Резюме

Технический углерод является одной из важнейших функциональных добавок, широко используемых в полимерной промышленности. Это тонкодисперсный материал, состоящий преимущественно из углерода, получаемый в результате неполного сгорания или термического разложения органических веществ. Хотя технический углерод в первую очередь применяется в качестве красителя для полимеров, его функциональные возможности выходят за пределы только этой роли.

Технический углерод значительно повышает устойчивость полимеров к ультрафиолетовому (УФ) излучению, предотвращая их фотодеградацию. В дополнение к этому, он улучшает механические свойства полимеров, увеличивая их прочность, эластичность и износостойкость. Увеличение термической стабильности технического углерода способствует сохранению долговечности полимерных материалов при воздействии высоких температур. Более того, добавление технического углерода в определенных концентрациях может значительно повышать электрическую проводимость полимеров, что критически важно для производства антистатических и электропроводящих материалов.

Благодаря своим уникальным свойствам, технический углерод находит широкое применение в различных отраслях. Он используется в автомобильной промышленности для производства шин и автокомпонентов, в пластмассовой промышленности для изготовления труб, кабелей и упаковочных материалов, в электронике для создания антистатических покрытий и в строительстве для разработки защитных и изолирующих материалов.

В данной статье рассматриваются основные функции, преимущества и области применения технического углерода в полимерах.

Ключевые слова: Технический углерод, полимеры, ультрафиолетовая стабильность, механические свойства, электрическая проводимость, термическая стабильность

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0592

INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF COMPOSITIONS BASED ON A TERNARY ETHYLENE-PROPYLENE COPOLYMER AND COKE-FILLED POLYVINYL CHLORIDE PLASTICATE

İ.H.Mövlayev[1], A.F.Məmmədova[2], N.M.Huseynova[3]

1,2,3 Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan
1 http://orcid.org/0000-0001-6241-9892
2 http://orcid.org/0000-0002-1938-1320
3 http://orcid.org/0009-0006-6872-4605

ABSTRACT

Polymer-based composite materials play a crucial role in modern industry due to their versatile properties. This study focuses on the investigation of the physical-mechanical and thermal characteristics of compositions developed from a ternary ethylene-propylene copolymer (SKEPT-60) and coke-filled polyvinyl chloride (PVC) plasticate. The mechanical and thermal performance of polymer composites strongly depends on the proportion of their components and their mutual interactions.

In this study, mixtures with varying formulations were analyzed to determine their structural and operational properties, allowing for the identification of an optimal composition. Experimental methods such as tensile testing, hardness measurement, thermal analysis, and microstructural evaluation were employed to assess the properties of these materials.

The results indicate that incorporating a coke filler into the SKEPT-60 and PVC plasticate matrix enhances mechanical strength, increases hardness, and improves thermal resistance. It was observed that compositions containing 15-20% coke filler demonstrated the best balance of mechanical stability and heat endurance. Microstructural analysis confirmed the homogeneous distribution of the filler within the polymer matrix, contributing to enhanced performance.

These findings suggest that the developed composite materials have significant potential for applications in the automotive, construction, and engineering industries, where high mechanical durability and thermal stability are essential. Future research should explore the long-term performance of these composites under real-world conditions and investigate the effects of additional stabilizers and plasticizers to further enhance their properties.

Keywords: ethylene-propylene copolymer, PVC plasticate, coke filler, mechanical stability, thermal analysis, structural properties

Introduction

Polymer-based composite materials are widely used functional materials in modern industry. Optimizing their operational properties is a relevant research direction in contemporary engineering. Various fillers are used to enhance the mechanical and thermal resistance of polymers, one of which is coke-based material. Due to its high mechanical and thermal stability, coke serves as a promising component in polymer compositions.

This paper investigates mixtures of SKEPT-60 and PVC plasticate with a coke filler. The goal is to study the physical-mechanical and thermal properties of these mixtures and determine the optimal composition. Such studies are essential for improving the properties of polymer materials used in various industrial fields.

Experimental Section

For the investigation of compositions, SKEPT-60, PVC plasticate, and coke filler were mixed in appropriate ratios, and homogenization and thermal processing were carried out using standard methods. The following methods were applied within the framework of experimental work:

110°C Load Testing

The compositions were tested at 110°C under various loads. The results of the conducted tests are presented in Table 1.

Table 1. compositions were tested at 110°C under various loads

Sample	1	2	3	4
1	6'40.74	2'08.74	1'39.38	1'12.63
2	5'12.58	3'12.58	1'19.33	1'25.53
3	1'03.98	1'00.39	0'12.82	36.05
4	33.58	36.13	34.80	20.71
5	47.83	52.58	50.21	30.69

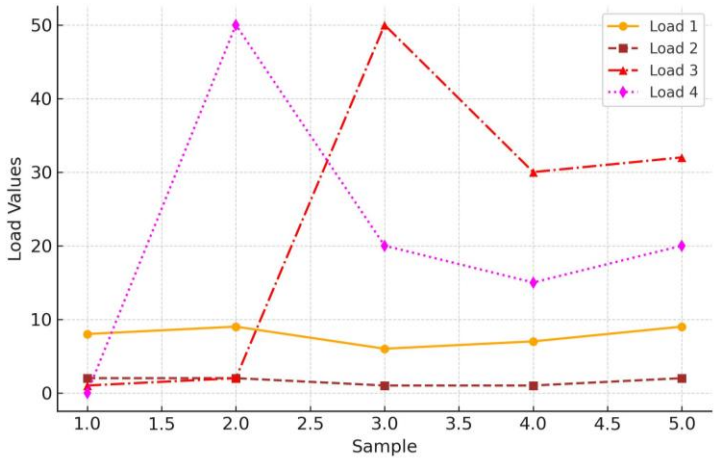


Figure 1. Load values for polymer composites

Tensile testing: Determination of the elasticity modulus and tensile strength of the materials.

Hardness testing: Measurement of surface hardness and mechanical stability of the compositions.

Thermal analysis: Determination of heat resistance and decomposition temperature of the compositions.

Results and Discussion

The obtained results indicate that an increase in coke filler enhances the hardness and tensile strength of the material but reduces elasticity beyond a certain limit. Specifically, samples containing 10–20% coke exhibited maximum mechanical stability.

Thermal analysis conducted at 110°C demonstrated that compositions with optimal filler content are more stable under operating conditions. According to the results of microstructural analyses, coke filler was observed to be uniformly distributed and well integrated within the polymer matrix in homogenized compositions.

Based on the research results, the optimal filler content for improving the mechanical properties of compositions based on PVC plasticate and SKEPT-60 was determined to be in the 15–20% range. This increases their potential applications in the automotive industry, construction materials, and high-temperature-resistant applications.

Conclusion

The results of this study indicate that the optimal composition of coke-filled PVC plasticate and SKEPT-60 exhibits specific mechanical and thermal properties. The uniform distribution of coke within the polymer matrix and its strong interaction with the matrix contribute to the high mechanical stability and heat resistance of these composites.

These compositions are promising for engineering and industrial applications. Future research should focus on evaluating their performance under broader testing conditions and in real-world applications. Additionally, further improvements can be achieved by incorporating various stabilizers and plasticizers to enhance the properties of these composites.

References

1. Sh.M.Mammadov, G.A.Mammadova, R.F.Khankishieva, F.A.Amirov, G.G.Azizova, I.G.Movlaev, J.Sh.Mammadov. Properties of vulcanizates based on nitrile butadiene rubber in the occurrence of halomethyl-containing compounds, Functional Materials, 30, No.3 (2023), p. 393-397

2. Amirli F.A., Movlayev I.H., Mammadova A.F. Study of the rheology properties of the mixture of terminal ethylene-propylene rubber with benzynamine-modified phenol-formaldehyde oligomer. PPOR,Vol. 26, No. 1, 2025, pp.229-239

https://doi.org/10.62972/1726-4685.2025.1.229

ISSN:print -1726-4685; online -2519-2876

3. Sh.M.Mammadov, G.A.Mammadova, R.F.Khankishieva, F.A.Amirov, G.G.Azizova, I.G.Movlaev, J.Sh.Mammadov Investigation of the rheological structural parameters of a network of NBR-based vulcanizates with theparticipation of chlorine-containing, Journal of new technology and Materials, Vol 13, ISSUE 1,2023,70-74

4. Г.Г.Азизова, С.С.Машаева, Ф.А.Амирова, И.Г.Мовлаев, Г.А.Мамедова, Д.Ш.Мамедов, С.А.Валиева, Ш.М.Мамедов. Свойства вулканизатов на основе бутадиен-нитрильного каучука в присутствии галогенметил содержащих соединений, Journal of Baku Engineering University Mechanıcal And Industrıal Engıneerıng, Vol.6 №2,2022

5. Movlayev I.G., Guliyeva T.A., Mammadova A.F. Studying the rheological properties of ternary ethylene-propylene and copolymer modified with polybutadiene-styrene. The 22th International scientific and practical conference "Modern theories and improvement of world methods", June 06-09, 2023, Helsinki, Finland. International Science Group, 2023, 543 p.

6. Г.Г.Азизова, Амиров Ф.А., Мовлаев И.Г., Мамедова Г. А., Ханкишиева Р.Ф., Мамедов Ш.М. Исследование особенности вулканизации и характера вулканизационных структур бутадиен-нитрильного каучука, Sumqayit Dövlət Universiteti Elmi Xəbərlər, Təbiət və texniki elmlər bölməsi, Cild 23, № 3, 2023

7. Amirli F.A., Movlayev I.H., Aliyeva G.A., Mammadova A.F. Compositions based on modified and filled epoxy oligomer. PPOR, Vol. 24, No. 4, 2023, pp. 689-696
https://ppor.az/index.php/ppor/article/view/295/259
8. Movlayev I.G., Mammadova A.F. Determination of the main parameters of the modified epoxide oligomer. International Science Group. International Science Journal of Engineering & Agriculture, 2024, Vol.3, No.6, pp.95-100
9. Amirli F.A., Movlayev İ.H. Compositions based on modified epoxy oligomer. Processes of Petrochemistry and Oil Refining, PPOR, №3, 2024, pp.786-792
https://doi.org/10.62972/1726-4685.2024.3.786
10. Shiraz Mammadov, Gunel Mammadova, Rana Khankishiyeva, Gunel Azizova, İbrahim Movlayev, Jovdat Mammadov. The effect of composition and structure of nbr-based elastomer blends in the vulcanization process andstudy of their aging by exposure to heat and radiation, Chemıstry &Amp; Chemıcal Technology,Vol. 17, 2023, No. 4, pp. 829–835

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ТРОЙНОГО ЭТИЛЕН-ПРОПИЛЕНОВОГО СОПОЛИМЕРА И КОКСОНАПОЛНЕННОГО ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНОГО ПЛАСТИКАТА

И.Г. Мовлаев[1], А.Ф. Мамедова[2], Н.М. Гусейнова[3]

[1,2,3] Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Баку, Азербайджан

[1] http://orcid.org/0000-0001-6241-9892

[2] http://orcid.org/0000-0002-1938-1320

[3] http://orcid.org/0009-0006-6872-4605

АННОТАЦИЯ

Полимерные композиционные материалы играют важную роль в современной промышленности благодаря своим универсальным свойствам. Данное исследование посвящено изучению физико-механических и термических характеристик композиций, разработанных на основе тройного этилен-пропиленового сополимера (SKEPT-60) и коксонаполненного поливинилхлоридного (ПВХ) пластиката. Механические и термические свойства полимерных композитов в значительной степени зависят от соотношения их компонентов и их взаимного взаимодействия.

В ходе исследования были проанализированы смеси с различными составами для определения их структурных и эксплуатационных свойств, что позволило выявить оптимальный состав. Для оценки характеристик материалов использовались экспериментальные методы, такие как испытание на растяжение, измерение твердости, термический анализ и микроструктурное исследование.

Результаты показали, что введение коксового наполнителя в матрицу SKEPT-60 и ПВХ пластиката повышает механическую прочность, увеличивает твердость и улучшает термостойкость. Было установлено, что композиции, содержащие 15-20% коксового наполнителя, демонстрируют оптимальное сочетание механической устойчивости и термической стойкости. Микроструктурный анализ подтвердил равномерное распределение наполнителя в полимерной матрице, что способствует улучшению характеристик материалов.

Полученные результаты свидетельствуют о значительном потенциале разработанных композиционных материалов для применения в автомобильной, строительной и инженерной отраслях, где особенно важны высокая механическая прочность и термическая устойчивость. Дальнейшие исследования должны быть направлены на изучение долговременных характеристик данных композитов в реальных условиях эксплуатации, а также на исследование влияния дополнительных стабилизаторов и пластификаторов с целью дальнейшего улучшения их свойств.

Ключевые слова: *этилен-пропиленовый сополимер, ПВХ пластикат, коксонаполнитель, механическая устойчивость, термический анализ, структурные свойства.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0596

Bioloji parçalana bilən polimerlər və onlar əsasında kompozitlərin alınması

İ.M. Quliyeva[1], V.M Babarabov[2]

[1][ARETN akad. Y.H. Məmmədəliyev adına Neft Kimya Prosesləri İnstitutu, Bakı]
[1][ARETN Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti "Kimya texnologiya" fakültəsi, Bakı] https://orcid.org/0009-0006-4269-5121, ilaha.guliyeva@asoiu.edu.az
[2][ARETN Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti "Kimya texnologiya" fakültəsi, Bakı], vusalbabarabov759@gmail.com

XÜLASƏ

Son illərdə artan ekoloji problemlər və neft ehtiyatlarının tükənməsi səbəbindən ekoloji təmiz materialların alınmasına olan maraq artmaqdadır. Belə ekoloji təmiz materiallar olaraq ekoloji təmiz polimerlərin alınması istiqamətində geniş tədqiqat işləri aparılmaqdadır.

Məlum olduğu kimi, ekoloji təmiz polimerlər bioparçalana bilən və ya bioəsaslı (bərpa olunan mənbələrdən) polimer və ya onların kompozitlərindən ibarətdir. Onların karbon-neytral həyat tsikli karbon qazının tullantılarını və neft əsaslı materiallardan asılılığı azaltmaqla sonrakı mərhələdə ətraf mühitə insan təsirlərini azalda bilər. Mövcud artan ekoloji problemlər və neft ehtiyatlarının tükənməsi ilə bağlı narahatlıqlar səbəbindən həm elm, həm də sənaye üçün ekoloji cəhətdən təmiz polimer materiallarının və ya "yaşıl materialların" inkişafına maraq günü- gündən artmaqdadır. Son illərdə bu istiqamətdə aparılan geniş tədqiqat işləri öz aktuallığını bu gündə saxlamaqdadır. Bu baxımdan təqdim edilən məqalədə bioloji parçalana bilən polimerlər, polilaktik turşu əsaslı polimerlər və onlar əsasında alınan kompozitlərin alınması istiqamətində aparılan tədqiqat işlərinə dair ədəbiyyat materialları araşdırılaraq ümumiləşdirilmişdir.

Açar sözlər: bioparçalanma, polilaktik turşusu, polikarbonatlar, ion maye, bioparçalanma, kompozit, polimer.

Ekoloji problemlər səbəbindən tədqiqatçılar dayanıqlı polimer istehsalına xüsusi maraq göstərirlər. Bitki əsaslı və bakterial polimerlər kimi bərpa olunan mənbələrdən əldə edilən bioloji parçalana bilən polimerlər alternativ olaraq təklif edilir. Tədqiqatlar göstərir ki, bioplastiklər arasında bəzi növ plastiklər emissiyaları ən azı 25% azaldaraq böyük ekoloji fayda təmin edir, bu da ondan irəli gəlir ki, bu polimerlər təkrar emalsız tullantı halına gələrlərsə ətraf mühitə heç bir zərər vermədən parçalanmaya məruz qalacaqlar [1, 2].

Ənənəvi üsullarla polimerlərin sintezi neft-kimya xammallarına əsaslanır ki, bu da CO2, N_xO_y, CH_4 və digərləri daxil olmaqla yüksək karbon emissiyaları buraxmaqla ətraf mühitin çirklənməsinə səbəb olur. Tədqiqatlara nəzər salsaq, qlobal bioplastik istehsalının 2022-ci ildə təxminən 2,2 milyon tondan 2027-ci ildə təxminən 6,3 milyon tona yüksələcəyi, eləcə də CO2-dən yüksəkmolekullu birləşmələrin istehsalı üçün istifadə potensialının artımı proqnozlaşdırılmışdı ki, bu da CO_2 əsaslı makromolekullu birləşmələrin istixana qazı emissiyalarının azaldılmasında - başqa sözlə, ekoloji cəhətdən sərfəli olmasından irəli gəlir. Ümumilikdə plastik istehsalının isə il ərzində 400 milyon tona yaxın təşkil etdiyi və illik orta 4% artdığı hesablanmışdır [3].

Son illərdə aparılan tədqiqat işlərində polimerlərin hüceyrə səviyyəsində fizioloji mühitlə qarşılıqlı təsiri araşdırılır. Belə ki, fermentlər tərəfindən idarə olunan deqradasiyanı öyrənmək üçün xüsusi polimer sistemləri təklif olunur ki, bioparçalana bilən polimerlərdə bu yanaşma daha rahat şəkildə tətbiq edilə bilər, çünki onların tərkibi və fermentlər tərəfindən parçalanma xüsusiyyətləri dərman daşıyıcıları kimi istifadəsinə imkan yaradır. Bu qarşılıqlı təsirlərin və ilk növbədə fermentlə idarə olunan deqradasiyanın təfərrüatlı tədqiqi üçün asanlıqla dəyişən struktura malik model polimer sistemi təklif edilmişdir. N-(2-hidroksipropil)metakrilamidin həm yan zəncirlərdə, həm də iki sintetik polimer zəncirini birləşdirən çarpaz bağlarda oliqopeptidik ardıcıllıqları olan suda həll olunan sopolimerləri sintez edilmişdir. Belə oliqopeptidik ardıcıllıqların strukturu ilə onların ximotripsin, tripsin, papain, təcrid olunmuş hüceyrədaxili fermentlər, hüceyrə kulturaları və in vivo təsiri ilə parçalanması arasında əlaqə araşdırılmışdır. Birləşdirilmiş dərmanı xüsusi hüceyrələrə köçürə bilən polimer daşıyıcıların hazırlanmasında, beləliklə əldə edilmiş məlumatdanistifadənin mümkünlüyü nəzərdən keçirilir [4-6].

Bioloji parçalana bilən polimer materiallar əsasən bioloji əsaslı polimerlər və neft əsaslı polimerlər olmaqla iki əsas qrupa bölünürlər. Biokütlə əsaslı polimer materiallar, polilaktik turşu (PLT), polikaprolakton (PCL), poliuretan (PU), polibutilen suksinat (PBS), polietilen qlikol (PEG), polibutilen tereftalat (PBAT), poliolefin elastomid (poliolefin elastomid) (polielastomid), biokütlədən birbaşa alınan bir növ təbii polimerlərdir. şüşəvari, buğda unu, nişasta, qlikozidlər və s. Neft əsaslı polimerlər kimyəvi sintez yolu ilə neft-kimya monomerlərinin polimerləşdirilməsi yolu ilə əldə edilən polimer olub, adətən poliefir efir keton (PEEK), nitril kauçuk və s. Qeyd etmək lazımdır ki, bəzi neft əsaslı polimerlərin bioloji parçalanma xüsusiyyətləri xüsusi ekoloji şəraitdə, məsələn, müəyyən dəniz mikroblarının mühitində istehsal oluna bilər [7].

Neft əsaslı, parçalana bilməyən və son istifadədən sonra əhəmiyyətli çirklənməyə səbəb olan adi polimerlərdən fərqli olaraq, bioloji parçalana bilən polimerlər xarici faktorların təsiri altında parçalanır və sadə əlavə məhsullar əmələ gətirir. Polilaktik turşusu (PLT) təkrarlanan laktik turşu vahidləri ilə bioloji parçalana bilən polimer olub, hətta kənd təsərrüfatı tullantılarından da əldə edilə bilər. Bir biopolimer olaraq, PLT-a tələbat daim artır, beləliklə, PLT əsaslı polimer qarışıqları və kompozitlər ətraf mühitin çirklənməsinin həllində daha çox marağa səbəb olur. Bu ekoloji cəhətdən təmiz materialların bazarının ildə 10%-20% artacağı və qlobal PLT istehsalının ildə 800.000 tona çatacağı gözlənilir. Daha yaxşı emal, təkrar istehsal və mexaniki xüsusiyyətlərə malik olmasına baxmayaraq; kristallaşma, aşağı istilik müqaviməti və istilik əyilmə temperaturu PLT-nun əsas çatışmazlıqları hesab olunur. Beləliklə, ikinci dərəcəli materialların daxil edilməsi ilə PLT əsaslı qarışıqların və kompozitlərin formalaşması bu çatışmazlıqların aradan qaldırılması üçün həll yolu hesab edilə bilər [8].

PLT, şəkər qamışı və ya qarğıdalı nişastası kimi bərpa olunan bitki mənbələrindən əldə edilən termoplastik material olub, digər plastiklərin istehsalında istifadə edilən neft məhsullarından fərqli olaraq, PLT ətraf mühit üçün təhlükəsizdir və asanlıqla parçalanır. PLT plastikinin əsas xüsusiyyətlərindən biri onun aşağı ərimə temperatura (180-dən 220°C) malik olmasıdır. Eyni zamanda artıq 60° C-də sərtləşir. PLT-nın sərtliyi və elastikliyi orta səviyyədədir, bu xüsusiyyəti ondan həm sərt, həm də çevik obyektlər yaratmaq üçün uyğundur. Bundan əlavə, demək olar ki, büzülmür, bu da onu bir çox dəqiq modellər üçün ideal edir. PLT materialın ən böyük üstünlüklərindən biri onun ekoloji cəhətdən təmizliyidir. PLT plastik təbiət üçün təhlükəsiz materialdır, çünki təbii şəraitdə tamamilə parçalanır. Onun bərpa olunan mənbələrdən istehsal olunması onun karbon izini əhəmiyyətli dərəcədə azaldır və onu ekoloji cəhətdən daha təmiz edir. Bu, PLT plastikin ABS kimi ənənəvi neft əsaslı materiallardan əhəmiyyətli

üstünlüyüdür. Bu materialda mövcud olan aktiv funksional qruplar, xüsusən efir qrupları, onun kimyəvi modifikasiyalarını və müxtəlif sahələrdə tətbiqinə imkan verir . Ondan əldə edilən məhsullar xüsusi görünüşə malikdir. Otaq temperaturunda polilaktid güc və elastik modul baxımından polistirolla (PS) müqayisə edilə bilər.

Polilaktidin istehsalı üçün daha az enerji tələb olunur (digər plastiklərlə müqayisədə) və material daha çox təkrar emal olunur. Kompozitlər, nanokompozitlər və biokompozitlər istehsalının davamlı inkişafı polilaktidin potensial tətbiq sahələrinin genişlənməsinə səbəb olur. [9].

Funksionallaşdırılmış amin qruplarının (məs.: karbamat, amid) PLT-a bağlanması daha dayanıqlı quruluşların əldə olunmasına gətirib çıxarır. Bu cür törəmələr amin qruplarının PLT ilə qarşılıqlı təsirini gücləndirir və nəticədə mexaniki və termal stabillik artır. Xüsusilə amid və karbamat qrupları hidrogen rabitələri və ya kovalent rabitələr vasitəsilə PLT ilə daha güclü əlaqə yarada bilər. Bununla yanaşı, amin qruplarının PLT zəncirinə bərabər şəkildə paylanmasını təmin etmək üçün müxtəlif emal texnologiyaları tətbiq edilə bilər. Nümunə olaraq deyə bilərik ki, reaktiv ekstruziya metodu ilə amin qruplarının PLT strukturu daxilində homogen yayılmasını təmin etmək mümkündür. Digər tərəfdən, həll mexanizmi ilə qarışdırma və ya plazma ilə modifikasiya kimi üsullar da PLT-amin qrupları arasında daha effektiv rabitələr yarada bilər. Amin qruplarının PST-a əlavə edilməsində optimal nəticələr əldə etmək üçün onların miqdarının dəqiq və düzgün şəkildə təyin edilməsi vacibdir. Belə ki, amin qruplarının artıqlığı polimerin mexaniki xüsusiyyətlərini zəiflədə bilər, həddindən artıq az olması isə gözlənilən funksional xüsusiyyətlərin tam əldə olunmasına maneəçilik törədə bilər. Məhz bu səbəbdən, müxtəlif amin qruplarının PST-a daxil edilməsi zamanı onların miqdarı diqqətlə tənzimlənməlidir [10].

Amin qruplarının PLT ilə effektiv şəkildə uyğunlaşdırılması üçün ilk növbədə onların kimyəvi aktivliyini və stabil formasını qoruyaraq polimerə daxil edilməsi vacibdir. Bunun üçün hidrofob qoruyucu qrupların (məs., alkil və ya aromatik qrupların) istifadəsi mümkündür. Bu qruplardan istifadə yalnız polimer materialla amin turşular arasındakı uyğunluğu artırmaqla kifayətlənmir. Eyni zamanda PLT-in rütubətə qarşı davamlılığını artıa bilir: Hidroliz üsulu ilə daha tez parçalana, eləcə də, yüksək temperaturda mexaniki stabilliyin itməsi bu turşunun mənfi xüsusiyyətləridir, nəzərə alsaq ki, polimer istehsalı zamanı davamlı yüksək temperatur şəraiti qaçılmazdır. Aromatik və alkil qrupları əlavə etməklə PLT (yəni kompozit) ərimə temperaturunu yüksəldə bilər ki, bu da onun yüksək temperatura qarşı davamlılığını artıra bilər [11]**.**

Amin qruplarla PLT arasında güclü rabitə yaranmadığı təqdirdə, onlar materialın içində qeyri- bərabər paylanacaq və bu da zamanla polimer materialın sabitliyinin pozulmasına səbəb olacaq [12-13].

PLT müxtəlif sahələrdə tətbiq imkanlarını genişləndirmək üçün mühüm modifikasiyalar tələb oluna bilər. PLT-nun hidrofob xassəsi və əlavə edilən amin qruplarının, əsasən hidrofilik xüsusiyyətə malik olması (məhlulu durulaşdıraraq daha effektiv CO2 udma qabiliyyəti yaratdığı üçün bu daha uyğundur) iki komponent arasında uyğunluq problemi yaradır. Bu problemlər öz növbəsində mexaniki, termiki və eləcə də, digər sabitliyə mənfi təsir göstərmə, kimyəvi rabitə və s. problemlərinə səbəb ola bilər. Bununla belə, amin turşularının sulu məhlullarında (uzun alkil zəncirləri ilə) eyni aşqar, xüsusən də yüksək konsentrasiyada su molekulları ilə, ehtimal ki, hidrogen rabitəsi vasitəsilə qarşılıqlı təsir göstərir. Bu baxımdan konsentrasiya və sıxlıq, eləcə də, şərait mühüm şərtdir. [12] məqalədə Qlisin, l- valin, l-leysin, l-fenilalanin və l-aspargin sulu məhlullarının müxtəlif temperaturlarda (283,15- dən 333,15 K) Sulu mühitdə amin turşusu (məhlul) məhlullarının görünən molar həcmləri, VØ nisbəti verilmişdir.

Üçölçülü çap edilmiş polilaktik turşu (PLT) nümunələrinin istiliklə işlənməsi prosesində, kristallaşma ilə zəncir diffuziyasının qarşılıqlı əlaqəsi, qatlararası bağlanma nəticədə mexaniki xüsusiyyətlərə təsir göstərir. Bu qarşılıqlı əlaqə, istiliklə işlənmənin optimallaşdırılmasının əhəmiyyətini vurğulayır. Bundan əlavə, kristallitlərin böyüməsi bəzi mexaniki xüsusiyyətlərin, məsələn, uzanmanın azalmasına səbəb ola bilər. İstiliklə təsiri, həmçinin boşluqların ölçüsünü, paylanmasını və miqdarını təsir edir ki, bu da 3D çap olunmuş hissələrin mexaniki xüsusiyyətlərinin dəyişimində əhəmiyyətli dərəcədə rol oynayır.

[13] işində 2 saat ərzində nümunələr 75ºC, 110ºC və 130ºC temperaturlarda işlənmişdir. Yekun nəticə PLT və amin qrupları saxlayan maddələrin rabitə fərqliliyini və bunların uyğunlaşdırılması üçün mühüm modifikasiyaların önəmli olduğunu vurğulayır.

Modifikasiya metodlarının üstünlüyü nəzərə alınaraq, müasir texnologiyaların inkişafı dəqiq keyfiyyət və kəmiyyət təyini üçün daha effektiv imkanlar yaradır. Bu metodlar sənaye sahəsində tətbiq edilən ənənəvi yanaşmalarla müqayisədə daha yüksək dəqiqlik və uyğunlaşdırılmış nəticələr əldə etməyə imkan verir.

Müasir texnoloji avadanlıqların istifadəsi isə materialların xüsusiyyətlərini daha dəqiq təhlil etməyə və optimallaşdırılmış modifikasiya prosesləri aparmağa imkan verir.

1) PLT-nun Plazma Modifikasiyası ilə Amin Qrupları ilə inteqrasiyası:

PLT-nun səthi NH3 plazması ilə işlənərək aktivləşdirilir. (Nəzərə alsaq ki, Haber reaksiyası ilə NH3 alınması prosesinin praktiki çıxımı aşağı ola bilir, bu zaman kənar reaksiyaların baş verməməsi və polimer kompozit materialın strukturunda ciddi dəyişikliklərə səbəb olmaması məqsədilə N2-dən də istifadə oluna bilər) [14]. Bu prosesin sonunda makromolekullu birləşmənin səthində həmin amin qruplarının kovalent şəkildə birləşə biləcəyi aktiv mərkəzlər yaranır. Daha sonra amin qruplar saxlayan birləşmələr (Məsələn, etanolamin) plazma ilə işlənmiş PLT turşusunun üzərinə tətbiq olunur. Yekun nəticədə kimyəvi polyar həlledicilərə ehtiyac olmadan polimerin səthində homogen paylanma yaranır ki, burada da səthin hər bir nöqtəsində konsentrasiya eyni olaraq qalır.

2) Elektrostatik çökdürmə ilə modifikasiya metodu:

Bu metod, əsasən, amin qrupları saxlayan nanoölçülü hissəciklərdən (1-100 nm) istifadəyə əsaslanır. Bu cür hissəciklər bioloji sistemlərdə, dəniz mühitində, torpaqda və atmosferdə tapılır, (nümunə olaraq poliaminləri demək olar). Elektrostatik çökdürmə texnikasından istifadə edərək bu hissəciklər elektrostatik cazibə qüvvələri hesabına turşunun (polimerin) səthinə birləşdirilir.

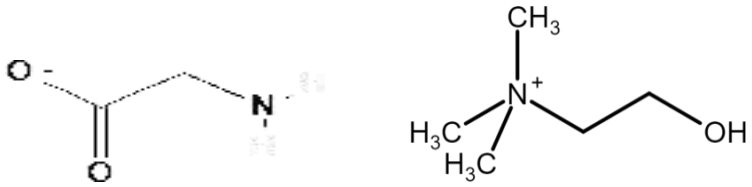
Elektrostatik çökmə materialın maye formada çökməsi və daha sonra həlledicinin bərk örtük yaratmaq üçün buxarlanmasıdır. Bu üsulun əsas üstünlüyü, nisbətən daha həssas səth modifikasiyasıüçün istifadə oluna bilməsidir. Bu metod yük fərqlərinə əsaslandığı üçün səthdə yalnız müəyyən funksional qruplar saxlayan hissəciklərin udulması mümkündür.

Eləcə də, tədqiqatda metal nanohissəciklərinin çökməsini görmək mümkündür ki, bu da aşağı aktivliyə səbəb olur [15] Belə ki, yüklü nanohissəciklər maye faza məhluluna daxil olunur, sonra isə qeyd edilən hissəciklər polimerə yapışır. Burada substrat olaraq polimer götürülmüş, amma bu üsul yüksəkmolekullu olub- olmamasından asılı olmayaraq bir çox maddələrə tətbiq oluna bilər. Bu, əlavə kimyəvi reaksiyaya ehtiyac olmadan, polimerin səthində xüsusi və seçici modifikasiya aparmağa imkan verir. [16,17]. Hissəciklərin çökmə həcmi və konsentrasiyası məhlulun pH dəyəri, ion intensivliyi və yük balansı ilə tənzimlənə bilir.

Funksionallaşdırılmış ion mayeləri karbon dioksid və ion maye arasında qarşılıqlı əlaqəni optimallaşdırmaqla, xüsusən də karbon dioksidi udma qabiliyyətini artıran kationik və anion funksiyalı ion mayelərindən istifadə etməklə, karbon qazının tutulması səmərəliliyini artırır.

Bunun üçün ion mayelərin (IM) məhlullarına üstünlük verilir. Həmçinin polimerləşmə reaksiyasını sürətləndirmək lazım gələrsə, bu halda IM əsaslı katalizatordan istifadə edilə bilər. Onlar aşağı təzyiqə və tənzimlənə bilən quruluşa malikdirlər və bu xassələr, onları zəhərli turşu oksidlərini daha çox tutmağa imkan verir. İon mayeləri karbon tutmada böyük tətbiqə malikdir. Onlar müxtəlif xüsusiyyətlərə malik əsas və müasir həlledicilər hesab olunurlar. İon mayelərinin ion tərkibinə, özlülüyünə, havada mövcud qazlarla qarşılıqlı təsirinə və xassələrinə görə bir-birindən fərqlənirlər. Və bu xüsusiyyətlər öz növbəsində onların CO2 udma qabiliyyətinə də öz təsirini göstərir. Həmçinin, prosesin baş vermə şəraiti də (temperatur və təzyiq) önəmlidir. Belə ki, CO2-i uda bilən funksionallı maddələrin əlavə edilməsi prosesi digər zəncirvari tələblər yaradır, bu zaman nəzərə almalıyıq ki, materialın bu qabiliyyəti nə dərəcədə intensivləşir və necə bioloji parçalanır (hansı zaman müddətində, necə şəraitdə - aerobik, anaerobik və s.) [18,19].

Bioloji parçalana bilən polimerlərə amin qruplarını əlavə edilməsində amin turşusu əsaslı ion mayelərini qeyd etmək lazımdır. Onlar bioloji parçalana bilən amin turşularından əldə edilir və bu onları daha ekoloji cəhətdən təmiz edir. Əsas nümunə kolin qlisinatı göstərmək olar:

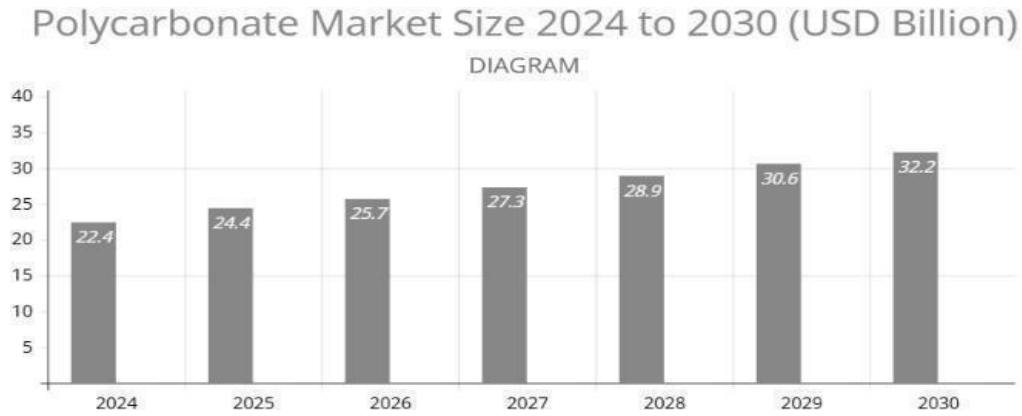


Son illərdə ion-maye əsaslı absorbentlər geniş maraq kəsb etməkdədir. Anion, kation növündən asılı olmayaraq, ümumi ion-maye əsaslı absorbentlər tədqiqatçıların daha yaxşı CO_2 udulması və polimer uyğunluğu üçün spesifik xüsusiyyətlərə malik IM-ləri dizayn edə bilmələri kimi üstünlüyə malikdir.

Gündəlik həyatımızda istifadə etdiyimiz və ətraf mühitin çirklənməsinə səbəb olan və karbon emissiyaları buraxan polikarbonatlar dövrümüzdə çox geniş tətbiq olunur. Onlar yüksək zərbəyə davamlılığı, stabilliyi, möhkəmliliyi ilə avtomobil sənayesi, elektronika, inşaat və tikinti sahələrində geniş istifadə olunmaqdadır. Ekoloji cəhətdən təmiz makromolekullu birləşmə istehsalı zamanı isə polikarbonatların saxladığı spesifik xüsusiyyətləri qorumaq çətindir. Bu istiqamətdə aparılan tədqiqat işləri yüksəkmolekullu birləşmələrin təkmilləşdirilməsinə böyük bir töhfə olacaq.

Polikarbonat (PK) şəffaf, davamlı və təkrar emal asanlığı da daxil olmaqla müstəsna keyfiyyətləri ilə tanınan geniş istifadə olunan bir plastikidir. Bununla belə, polikarbonatlar ultrabənövşəyi (UV) təsiri altında aşağı sərtlik və zəif sabitliyə malik ola bilirlər ki, bu da onun kənar təsirlərə qarşı müqavimətini azaldır və keyfiyyət müddətini qısaldır. Bu tədqiqatların nəticələri ilə bağlı bir sıra məqalələrdə və monoqrafiyalarda bu polikarbonatlardan mühüm kompozitlərin alınması (məsələn, silikon örtüklər və s.) öz əksini tapmışdır. Tədqiqatlar göstərir ki, polikarbonatların təkmilləşdirilməsi və modifikasiyası, onların ətraf mühitə təsirini azaldaraq, davamlılıq, istilik müqaviməti və işıq ötürmə kimi xassələrini qorumağa kömək edə bilər. Ekoloji tələblərdən asılı olaraq, polikarbonatların ekoloji təsirlərini azaltmaq üçün müxtəlif tədbirlər görülməkdədir. Polikarbonat bazarının qlobal ölçüsü 2021-ci ildə təxminən 19 milyard ABŞ dolları dəyərində qiymətləndirilib. Bu material sənayesinin 2022-ci ildəki 20 milyard ABŞ dollarından 2030-cu ilədək 33 milyard ABŞ dollarına qədər arta biləcəyi proqnozlaşdırılır.Avtomobil, tikinti və elektronika daxil olmaqla son istifadə sənayelərindən artan

tələb, eyni zamanda istehsal prosesində yüksək keyfiyyət və aşağı istehsal xərclərinə, eləcə də daha az maddi itkilərə səbəb olan texnoloji yeniliklər bazarın əsas təkanverici amilidir. Araşdırmalara əsasən qurduğumuz statistik diaqram aşağıdakı kimidir. Diaqram polikarbonatlar bazarının həcmi (milyard ABŞ dolları ilə) illər üzrə artımını göstərir [20-22].



Şəkil 1. Polikarbonatlar bazarında illər üzrə artım

Polikarbonatlara olan tələbatın artımını nəzər alsaq, mühüm araşdırma və tədqiqat işləri biopolimerlərin polikarbonatların malik olduğu möhkəmlilik xüsusiyyətlərini özündə ehtiva edə biləcək modifikasiya metodlarına əsaslanmalıdır. Lakin bu modifikasiya metodları müvafiq polimerlər üçün seçilən zaman aşağıdakı kriteriyalar nəzərə alınmalıdır:

1) Bioloji parçalanma sürəti

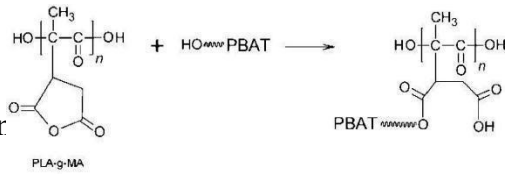
2)Tətbiq sahəsi

Bunları nəzərə alaraq araşdırma zamanı qeyd etdiyimiz PLT turşusu üçün ən uyğun modifikasiya metodu kimi `***kopolimerləşmə***`-ni gördük. PCL və s. kimi fərqli polimerlərə nisbətən fərqli keçid temperaturuna malik olmağı alınan kopolimerin elastiki xüsusiyyətlərinə də təsir edir. Mənbədə [23] şüşə keçid temperaturları və miqdar nisbətlərinin kopolimerlərin xüsusiyyətinə təsiri əks olunmuşdur. Belə ki, bioloji parçalana bilən polimerlərin daha davamlı olması üçün onların digər polimerlərlə, ən əsası da polikarbonatın strukturu ilə oxşar olan materiallarla kopolimerləşdirilməsi faydalı ola bilər.

PBAT (Polibutilen adipat tereftalat) bioloji parçalana bilən kopolimerdir, adipik turşu, 1,4-butandiol və tereftalik turşusunun kopoliesteridir. Polikarbonat strukturundan fərqlənsə də strukturuna və ehtiva etdiyi funksional qruplara görə polikarbonatlara oxşar hesab oluna bilər.

Bununla da, PLT və PBAT arasındakı reaksiya hər iki polimerin müvafiq xüsusiyyətlərini kombinasiya edərək yeni və fərqli xüsusiyyətlərə malik materiallar əldə etməyə imkan verir.

Onlar yüksək temperaturda (200°C) müvafiq katalizatorlar (Stannum, titan və d.) iştirakında birləşirlər. Və nəticədə sırf polikarbonatdan istifadə edilməklə, CO2, NxOy emissiyaları azalmış olur, eyn zamanda polikarbonat xassələrini ehtiva edə bilən makromolekullu birləşmə əldə edilir.



Alınan yeni funksiyalı biopolimerlər bir çox sahələrdə - paketləmə materiallarının alınmasında, kənd təsərrüfatında, tekstil sənayesində, avtomobil sənayesində və s. geniş istifadə

oluna bilir.

Bioloji parçalanan polimerlərlə yanaşı, onların kompozitləri də, müasir dövrün ekoloji tələblərinə cavab verə bilən materialların hazırlanmasında əhəmiyyətli rol oynayır [24]. Bununla yanaşı onlar ekoloji cəhətdən təmiz qida qablaşdırmasına artan tələbat, təkmilləşdirilmiş və üstün xüsusiyyətlər ethiva edən təkrar emal oluna bilən polimerlərin inkişafına təkan verdi, bu səbəbdən də qeyd etdiyimiz və mühüm modifikasiyalar tətbiq etdiyimiz PLT, poli(butilenadipat-ko-tereftelat) (PBAT) və digər bioloji parçalana bilən polimer materiallara fokuslanaraq bu sahədə irəliləyişlər müşahidə edilir. [25]

Bu makromolekullu birləşmələr təbiətdə asanlıqla parçalanaraq ətraf mühitə minimal təsir göstərir və buna görə də geniş tətbiq sahələrinə malikdir. Polilaktid turşusu (PLT) və polikarbonat əsaslı bioparçalanan polimerlər, xüsusilə kompozit materialların hazırlanmasında əhəmiyyətli yer tutur. Bu cür kompozitlər güclü mexaniki və termal xüsusiyyətlərə malikdir, bu da onları sənayenin müxtəlif sahələrində tətbiq etmək üçün yararlı edir.

Son illərdə PLT ilə tətbiq olunan modifikasiya metodları da təkmilləşdirilir. Fused Deposition Modeling (FDM) kimi tanınan 3D printerlərdə ən çox istifadə olunan xammal materiallar mövcuddur ki, bunlara “filamentlər” deyilir. Bu filamentlər xüsusi maşınlarda qızdırma, soyutma, bükmə və sarma mərhələlərindən keçərək əldə edilir [26].

[27] tədqiqat işində, Fe əsaslı PLA kompozitlərinin alınması öz əksini tapmışdır. Filament təmiz PLA filamentinin sərtliyini 21,15%, dartılma müqavimətini 49,6% artırır və səth qabarıqlığını 4 dəfə artırır ki, yekunda səth hamar olmur. Bu artımların səbəbi, PLT matrisinin Fe ilə gücləndirilməsi ilə əldə olunan daha sıx və dayanıqlı quruluşun olmasıdır. Fe-nin materiala daxil olunması PLT zülallarını və karbohidratlarını əlaqələndirərək onun kristallaşma dərəcəsini artırır, nəzərə alsaq ki, karbohidratlarla zəngin qida qalıqları PLT istehsalı üçün əsas xammal kimi istifadə oluna bilir. Fe ilə gücləndirilmiş PLT əsaslı kompozitlər bu kimi səmərəli kompozitlərin inkişafı və modifikasiyası sahəsində irəliləyişlərə səbəb olur.

Sintetik polimerlərə və məsələn, nişasta əsasında alınan bioloji parçalana bilən polimer kompozisiyaları alarkən, adətən sonuncunun yüksək xassələr toplusu tələb olunur ki, bu da polimer matrisində komponentlərin qeyri-qənaətbəxş paylanması səbəbindən qaçılmaz olaraq hazır materialların texnoloji və istismar xüsusiyyətlərinin pisləşməsinə səbəb olur. Ultrasəsin təsiri altında polimer kompozisiyalarının quruluşu və xassələri üzrə aparılmış tədqiqatlar polimer matrisində komponentlərin vahid paylanması hesabına kompozisiyaların fiziki-mexaniki xassələrinin göstəricilərinin artdığını göstərmişdir [28].

[29] işində iki mərhələli (kimyəvi) və birpilləli (plazma-kimyəvi) üsullarla alınmış bioloji parçalana bilən polimerlər (polivinil spirt, poliakrilamid, nişasta) və sintetik qatlı ikiqat hidroksidlər (Ni–Al, Zn–Al) əsasında kompozit materialların mexaniki və elektrik sınaqlarının nəticələri təqdim olunur. Kompozitlərin alınması üçün bir mərhələli üsul sulu polimer məhlulunun həcmində aşağı temperaturlu plazmanın yanması zamanı doldurucu strukturların formalaşmasını nəzərdə tutur. Prekursorlar kimi elektrod materiallarından istifadə edilmişdir.

Polilaktik turşu mexaniki dayanıqlığa, emal qabiliyyətinə malik sərt materialdır. Bununla belə, PLA-nın aşağı şüşə keçid temperaturu və nisbətən aşağı təsir gücü kimi bəzi çatışmazlıqları var ki, bu da onun bəzi sahələrdə tətbiqini və inkişafını məhdudlaşdıra bilir [30]. Belə ki, ərimə temperaturu 160-180°C aralığındadır. Buna görə də yüksək temperatur şəraitində deformasiya ola və termiki davamlılığını itirə bilir.

Polikarbonatların optik şəffaflıq və sərtlik, eləcə də, digər fərqli xüsusiyyətlərinin olmasını nəzərə alsaq, deyə bilərik ki, Fe ilə gücləndirilmə modifikasiyası kənar metal ionlarının olmaması

və bunun polikarbonat xassəli polimer materialına təsirini nəzərə almaq şərtilə PLT və PBAT, eləcə də modifikasiya olunmuş PLT və kopolimerləşmə ilə alınan yekun polimerin birgə kombinasiyası üçün də tətbiq edə bilərik.

Selektiv lazer sinterləmə (SLS) qatlarla obyekt yaratmaq üçün lazerin istifadə edildiyi bir üçölçülü çap texnologiyasıdır. Prosesdə material toz halında olur və lazer onun müəyyən hissələrini əridərək birləşdirir. SLS-də istifadə olunan polimerlər müəyyən istilik xüsusiyyətlərinə, ərimə özlülüyünə və axıcılığa malik olmalıdır. Hazırda SLS üçün istifadə olunan əsas material 1.01 g/cm^3 sıxlığa malik Polyamide 12 (PA12)-dir. [31]

PBAT-ın xüsusiyyətləri və ondan alınan kompozitlərin xüsusiyyətləri (PBAT/nişasta [32], CaCO3/PBAT [33], PHBV/PBAT [34] haqda araşdırsaq, görə bilərik ki, kompozitləşmələr biodeqradasiya xüsusiyyətlərini də artıra bilər. Burdan da belə bir fikir yarana bilər ki, birgəpolimerləşmə nəticəsində PBAT-dan alınan tsiklik polikarbonat xassəli birləşmə də özündə bir sıra xassələri ehtiva edəcək və bunu modifikasiya edilmiş PLT əsasında kompzoit almaqla bio parçalanma qabiliyyətini bir az da artırmış olarıq. PLT/PBAT qarışıqları FDM (Fused Deposition Modeling) və SLS texnologiyaları üçün uyğun hesab edilir. Birgə polimerləşmədən alınan bərk materialı da PLT ilə birgə kompozit halına salmaq mümkündür. Lakin SLS texnologiyası üçün hissəcik ölçüsünün vacibliyini nəzərə alarsaq, burada ekoloji cəhətdən sərfəli yolla - Termal İnduksiya Edilmiş Faza Ayrılması metodu ilə tozlar hazırlamaq vacibdir.

Beləliklə, bioloji parçalana bilən polimerlər və onlar əsasında alınan kompozitlərin alınması istiqamətində aparılan tədqiqat işlərinin təhlili göstərir ki, polilaktik turşusu xüsusi xassələr toplusu hesabına standart neft əsaslı termoplastikləri əvəz etmək üçün istifadə edilə bilər. Hazırda sənayedə istifadə olunan ən perspektivli biopolimerlərdən olub tibbi məhsulların istehsalı, qablaşdırma, avtomobil komponentləri və s. kimi müxtəlif sahələrdə istifadə oluna bilər. Digər biopolimerlərlə müqayisədə polilaktik turşu ekoloji cəhətdən təmiz: material bərpa olunan mənbələrdən alınır, bioloji parçalanır, təkrar emal oluna bilən, toksik olmayıb, poli(hidroksialkanoat) (PHA), polietilenqlikol (PEQ) və poli(γ-kaprolakton) (PKL) kimi polimerlərlə müqayisədə daha yaxşı emal qabiliyyəti və istiliyə davamlılığı ilə xarakterizə olunur.

Ədəbiyyat siyahisi

1. Montajar Sarkar, Muhammad Hasanuzzaman, Fahmida Gulshan, Armh Rashid. Surface, Mechanical and Shape Memory Properties of Biodegradable Polymers and Their Applications / Encyclopedia of materials: Plastics and Polymers, 2022, p.1092-1099
2. Larae Malooly, Tian Daphne. Bioplastics: Sustainability in the plastics industry, December 2023, https://www.prnewswire.com/news-releases/global-bioplastics-market-surges-with-an- 11-4-cagr-driven-by-eco-friendliness-and-expanding-applications-across-industries- 301920642.html
3. Aihua He, Shaojun Li. Environmental Friendly Polymer Materials for Sustainable Development / İnternational Journal of Polymer Science, 2014, Article ID 107028.
4. Neetu Tripathi, Dibyendu S. Bag, Mayank Dwivedi. A Review on Auxetic Polymeric Materials: Synthetic Methodology, Characterization and their Applications / Journal of Polymer Materials, 2023, *40*(3-4), p. 227-269
5. Jindřich Kopeček. Biodegradation of polymers for biomedical use // Macromolecules journal,1982, p.305-320
6. María L. Goñi, Nicolás A. Gañán, Raquel E. Martin. Supercritical CO2-assisted dyeing and functionalization of polymeric materials: A review of recent advances / Journal of CO2 Utilization, V.54, 2021, Article ID 101760
7. Shan-shan Li, Dan-feng Zhou, Zi-rui Yu, Jia-you Ji, Feng You, Jin Qiu, Guo- qiang Luo. Research

progress on the improvement strategy of foaming behavior for biodegradable polymer foams and their functional applications / Sustainable materials and technologies, V.44, 2025, Article ID: e01354
8. B.D.S. Deeraj, Jitha S. Jayan, Appukuttan Saritha, Kuruvilla Joseph. Biodegradable polymers, blends and composites, 2022, p.237-281
9. Lalit Ranakoti, Brijesh Gangil, Sandip Kumar Mishra, Tej Singh, Shubham Sharma, RA Ilyas, Samah El-Khatib. Critical Review on Polylactic Acid: Properties, Structure, Processing, Biocomposites, and Nanocomposites / Materials, 2022, Jun 17,15(12):4312, PMID: 35744371
10. Mátyás Andó, Márton Birosz, Sudhanraj Jeganmohan. Surface bonding of additive manufactured parts from multi-colored PLA materials / Measurement journal, V.169, February 2021, Article ID: 108583
11. Naoya Nozaki , Azalea Uva , Takashi Iwahashi, Hidetoshi Matsumoto, Helen Tran ,Minoru Ashiz awa . Impact of aromatic to quinoidal transformation on the degradation kinetics of imine-based semiconducting polymers / Royal society of chemistry journal, V.3, Issue 1,19 November 2024, p.257-267
12. Nandhibatla V. Sastry, Pinakin H. Valand, Pradip M. Macwan. Effect of hydrophilic additives on volumetric and viscosity properties of amino acids in aqueous solutions / The Journal of Chemical Theromdynamics, V.49, 2012, p.14-23
13. Ali Ghasemkhani, Gholamreza Pircheraghi, Nima Rashidi Mehrabadi, Asma Eshraghi. Effects of heat treatment on the mechanical properties of 3D-printed polylactic acid: Study of competition between crystallization and interlayer bonding / Materialstoday communications journal, V.39, June 2024, Article ID: 109266
14. Jincheng Ran, Mao Sun, Pingshang Ji, Dingkun Peng, Zhiguo Zhang. Effects of mineral species transformation driven by surface dielectric barrier discharge plasma modification on the flotation performances: Perspective of critical oxidation degree / Advanced Powder Technology, V.36, Issue 4, April 2025, Article ID: 104832
15. Keqi Chen, Zengmou Li, Keyu Zhang, Dingfang Cui, Rui Yan, Minghao Ye, B in Yang, Yaochun Yao - Improving rate performance of FeC2O4/rGO composites on lithium storage via single-polymerization-induced electrostatic self-assembly / Electrochemistry communications journal,V.166, September 2024, Article ID: 107791
16. Veronica Luque-Agudo, Amparo M.Gallardo-Moreno, Maria Euisa Gonzalez Martin. Influence of Solvent and Substrate on Hydrophobicity of PLAFilms / Polymers journal, V.13, Article ID: 4289
17. M. Barletta, A. Gisario, V. Tagliaferri. Electrostatic spray deposition (ESD) of polymeric powders on thermoplastic (PA66) substrate / Surface and coatings technology journal, V.201, Issue 1-2, September 2006, p.296-308
18. DouglasR.MacFarlane,MegaKarandJenniferM.Pringl. “An introduction to ionic liquids unit”// Fundamentals of ionic liquids, 2008, p.1-8
19. Huichang Feng, Kun Cai, Jiao Shi. Ionicity in ionic liquids / Journal of Physical Chemistry Chemical Physics, 2010, Article ID: 16880-16890
20. Mahmoud Moradi, Mojtaba Karami Moghadam, Mahmoud Shamsborhan, Zeinab Malekshahi Beiranvand, Alireza Rasouli, Mahdi Vahdati, Arash Bakhtiari, Mahdi Bodag hi. Simulation, statistical modeling, and optimization of CO2 laser cutting process of polycarbonate sheets / Optik, V.225, January 2021, Article ID: 164932
21. Yasuhide Nakai , Yoko Teruuchi , Minoru Takeuchi , Asahiro Nagatani , Akihiro Oishi , H ideaki Hagihara, Ryota Watanabe. Room-temperature processed epoxy-silica nanocomposite coating for improved hardness and UV protection of polycarbonate / Polymer degradation stability, V.238, August 2025, Article ID: 111329
22. M.Barletta, S. Pezzola, S. Vesco, V. Tagliaferri, F. Trovalusci. Experimental evaluation of plowing and scratch hardness of aqueous two-component polyurethane (2K-PUR) coatings on glass and polycarbonate // Progress in organic coatings journal, V.77, Issue 3, March 2014, p.636-645
23. Karina Flandez, Sebastian Bonardd , Marco Soto-Arriaza. Physicochemical properties of L- alpha dipalmitoyl phosphatidylcholine large unilamellar vesicles: Effect of hydrophobic block (PLA/PCL) of

amphipathic diblock copolymers / Chemistry and physics of lipids journal, V.230, 2020, Article ID: 104927
24. Янов В.В, Зенитова Л.А. Биоразлагаемые полимеры и полимерные композиции, 2022, p.144 9785788231518
25. Md. Tanvir Siraj, Sheikh Navid Shadab Jamil, Arnab Mustafi Arka, Sadikah Tasnim, Manoj Ghosh, Muhammad Rubayat Bin Shahadat, Md Zillur Rahman . Eco-friendly food packaging innovations: A review of recent progress on recyclable polymers/Comprehensive materials processing (second edition), V.12, 2024, p.693- 709
26. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1526612524000483
27. Melisa Memiş, Dilşad Akgümüş Gök.Development of Fe-reinforced PLA-based composite filament for 3D printing: Process parameters, mechanical and microstructural characterization/Ain Shams engineering joural,V.16, Issue 2, February 2025, 103279
28. Романова Валентина Александровна. Биоразлагаемые полимерные композиции, модифицированные ультразвуковой обработкой в процессе экструзии dissertasiyası,2021, 05.17.06
29. A.V.Agafonov, V.A.Titov, A.V.Evdokimova, V.D.Shibaeva, A.S.Kraev, N.A.Sirotkin &A.V.Khlyustova. Composites Based on Biodegradable polymers and layered structures / Composites, January 2024, V.65, p.692-699
30. Min Wang, Chunxia He, Xingxing Yang, Guoyan Duan, Wei Wang. Preparation and properties of PLA/PBAT composites modified with different filler particles / Materials letters journal, V.372, October 2024, Article ID: 136960
31. Wanjun Li , Dongming Zou , Binling Chen , Yuan Wang. PLA/PBAT composite powder prepared by thermally induced phase separation for selective laser sintering/Powder technology,V.455,April 2025,Article ID: 120799
32. Xin Wang , Binbo Wang , Rong Huang , Tao Jiang , Yi Wang, Shuai Du , Falin Li , Jin Zhu , Son gqi Ma. Efficient preparation and properties of PBAT/starch covalent a daptable network composites / International journal of biological macromolecules,V.304,April 2025, Article ID: 140895
33. Laiming Yu, Zhiyue Zhang, Yubing Dong, Zhengwei Zhang, Min Huang , Minhua Mo. Effect CaCO3 and interfacial modifiers on of mechanical properties and shape memory properties of CaCO3/PBAT composite films with excellent uniaxial thermal shrinkage performance/Sustainable materials and technologies journal,V.43,April 2025,Article ID: e01276
34. Shafahat Ali, Ibrahim Deiab, Salman Pervaiz. Optimizing the properties of PHBV/PBAT blend for additive manufacturing/Procedia CIRP,V.131,2025,p.7-12

BIODEGRADABLE POLYMERS AND COMPOSITES BASED ON THEM

İ.M. Guliyeva[1], V.M Babarabov[2]

[1][Academician Y.H. Mammadaliyev İnstitute of Petrochemical Processses of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku], https://orcid.org/0009-0006-4269-5121, ilaha.guliyeva@asoiu.edu.az

[1][Azerbaijan State Oil and İndustry University, Department of Chemical Technology, Baku]

[2][Azerbaijan State Oil and İndustry University, Department of Chemical Technology, Baku], vusalbabarabov759@gmail.com

ABSTRACT

In recent years, due to the aggravation of environmental problems and the depletion of oil reserves, interest in acquiring environmentally friendly materials has grown. Extensive research is being conducted to obtain environmentally friendly polymers as such environmentally friendly materials.

As is known, green polymers consist of biodegradable or bio-derived (renewable) polymers or their composites. Their carbon-neutral life cycle can reduce human impact on the environment in the future by reducing carbon emissions and dependence on oil-based materials. Due to the

aggravation of environmental problems and concerns about the depletion of oil reserves, there is a growing interest in the development of environmentally friendly polymer materials or "green materials" for both science and industry. Extensive research conducted in this direction in recent years remains relevant today. In this regard, the presented article reviews and summarizes the literature data on the research of biodegradable polymers, polymers based on polylactic acid and composites based on them.

Key words: biodegradation, polylactic acid, polycarbonates, ionic liquid, biodegradation, composite, polymer.

БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ ПОЛИМЕРЫ И КОМПОЗИТЫ НА ИХ ОСНОВЕ

И.М. Гулиева, В.М. Бабарабов

[1][Министерство науки и образования Азербайджана им. Ю.Г. Мамедалиева Институт Нефтехимических Процессов, Баку], https://orcid.org/0009-0006-4269-5121, ilaha.guliyeva@asoiu.edu.az

[1][Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Отдел Химические Технологии, Баку]

[2][Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Отдел Химические Технологии, Баку], vusalbabarabov759@gmail.com

В последние годы в связи с обострением экологических проблем и истощением запасов нефти растет интерес к приобретению экологически чистых материалов. Проводятся обширные исследования с целью получения экологически чистых полимеров как таковых экологически чистых материалов.

Как известно, экологически чистые полимеры состоят из биоразлагаемых или полученных из биоресурсов (из возобновляемых источников) полимеров или их композитов. Их углеродно-нейтральный жизненный цикл может снизить воздействие человека на окружающую среду в будущем за счет сокращения выбросов углерода и зависимости от материалов на основе нефти. В связи с обострением экологических проблем и опасениями по поводу истощения запасов нефти растет интерес к разработке экологически чистых полимерных материалов или «зеленых материалов» как для науки, так и для промышленности. Обширные исследования, проведенные в этом направлении в последние годы, остаются актуальными и сегодня. В связи с этим в представленной статье рассмотрены и обобщены литературные данные по исследованиям биоразлагаемых полимеров, полимеров на основе полимолочной кислоты и композитов на их основе.

Ключевые слова: биодеградация, полимолочная кислота, поликарбонаты, ионная жидкость, биодеградация, композит, полимер.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0607

ELASTOMER ƏSASINDA QORUYUCU SU-EMULSİYA ÖRTÜKLƏRİ

İ.Q.Abdullayeva

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı ş.
Dosent, irada.abdullayeva@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0000-0001-5077-9006

Xülasə. Müasir dövrün aktual problemlərindən biri də müxtəlif təbiətli səthlərin aqressiv mühitlərin və atmosferin təsirindən qorunması məsələsidir. Belə bir problemin həllinin əsas yollarından biri makromolekullu birləşmələr əsasında müxtəlif tərkibli qoruyucu məqsədli örtük kompozisiyalarının alınmasıdır. Geniş təcrübi əhəmiyyətə malik belə örtüklərin hazırlanmasında əsasən elastomer-oliqomer əsaslı və doldurulmuş kompozisiyalardan istifadə edilmişdir. Hazırlanmış kompozisiyaların tərkibi müəyyənləşdirilmiş və əsas göstəriciləri öyrənilmişdir.

Açar sözlər: elastomer, örtük, etilen-propilen, yapışqanlıq qabiliyyəti, adgeziya

Giriş

Polimerlər əsasında kompozisiya materiallarının hazırkı inkişaf səviyyəsi müxtəlif iqlim zonalarında geniş temperatur diapozonunda onların tətbiq sahələrinin əhəmiyyətli dərəcədə genişləndirməyə imkan verir. Əsas perspektivli istiqamətlərdən biri yüksək təzyiq, yüksək rütubət şəraitində, eləcə də aqressiv mühitlərdə uzun müddət işləyən polimer kompozisiyası əsasında hazırlanmış materialların istifadəsidir.

Polimer kompozisiya materiallarının yüksək effektliyi və işləmə qabiliyyəti onlardan qoruyucu hermetik örtüklərin kimi istifadəsinə imkan verir.

Mövcud hermetik materiallar arasında (rezin qarışıqları, boyalar və laklar) örtük materialları ən çox maraq doğurur. Belə polimer əsaslı örtük materiallarından alınmış məmulatların işləmə qabiliyyəıti çox yüksək olur.

Hermetiklik təbəqəsi kimi örtük materiallarının tətbiq edilməsi probleminin həllinin əsas istiqaməti örtük - polimer kompozisiya materialı (PKM) arasındakı ayırma sərhədində yapışqan möhkəmliyini təmin etməkdir. Polimer kompozisiya materialının səthinə yapışma (adgeziya) örtüklərin ən vacib xüsusiyyətlərindən biridir. Adgeziyanın itməsi PKM strukturunun mexaniki dayanıqlığının itirilməsinə və onun dağılmasına səbəb olur [1, 2].

Belə ki, adgeziya, son dərəcə mürəkkəb proses olub, həm mexaniki (reoloji), həm də fiziki-kimyəvi (molekullararası) qarşılıqlı əlaqəni özündə cəmləşdirir. İstənilən halda, müəyyən bir mexanizmin gedişi polimerdə polimer funksional qruplarının olmasıdır.

Polimerin tərkibində bu qruplar nə qədər çox olarsa, onun adgeziya qabiliyyəti bir o qədər yüksək olur. Belə polyar qruplarına karboksil, hidroksil, amid qrupları və s. Daxildir [8-12].

Bu məqalədə poliolefinlərə əsaslanan sopolimerlər və onların filmlərin örtük materialının PKM ilə yapışqanlıq gücünü artırmaq və onun əsasında qoruyucu kipləşdirici örtüklərin istehsalında texnoloji səmərəliliyi təmin etmək mümkündür.

Məlumdur ki, yapışqan molekulları ilə PKM-nin səthi (substrat) arasında bir adgizion əlaqənin meydana gəlməsi, sonradan yaranan əlaqələrlə əlaqə səthinin formalaşması zamanı baş

verir. Temperatur və təzyiq, həmçinin örtülmüş səthin strukturu və təbiəti yapışqan və substrat səthləri arasında təmasın formalaşmasında mühüm rol oynayır.

Temperatur və təzyiq adgizivin reologiyasına və substrat səthinə onun makromolekullarının seqmentlərinin yayılmasına təsir göstərir. və Substratın səthinin strukturundan və təbiətindən adsorbsiya hadisələri (islanma kimi) asılıdır. Reoloji və diffuziya proseslərinin baş verməsi molekullararası qarşılıqlı əlaqə və yapışqan bağların yaranması üçün zəruri şərtdir [3, 4].

Təcrübə

Aparılmış tədqiqat işində polimer məmulatlarının, o cümlədən, rezin-texniki məmulatların, şinlərin atmosfer amillərindən qorunması məqsədilə onların səthini yüksək adgeziya qabiliyyətinə malik emulsiyalar hazırlanmışdır. Belə emulsiyaların alınma texnologiyası çox çətin və mürəkkəb olduğundan, modifikasiya olunmuş polimerlərin alınması prosesinin onların emulsiyada alınma prosesi ilə birləşdirilməsi daha məqsədyönlüdür.

Yuxarıda göstərilən xassələrə malik polimer materiallarının alınmasında elastomerlər əsasında kompozisiyalar əsas yerlərdən birini tutur. Bu cür kompozisiyaların alınmasında kompleks xassələrə malik elastomerlərin alınması üçün onların modifikasiyası və ya funksionallaşdırılması çox mühüm məsələdir. Elastomerlərin xassələrinin məqsədyönlü istiqamətdə dəyişdirilməsi kimyəvi modifikasiyadır ki, o da polimer-monomer və ya polimer-oliqomer sistemlərində zəncirin ötülməsi ilə polimer makromolekulunda fəal mərkəzləırin və monomerin polimerləşməsi nəticəsində yan zəncirin əmələ gəlməsi ilə izah edilir. Nəticədə polimer makromolekulunda təbiətinə əsasən müxtəlif seqmentlər yaranır ki, bunlar da çoxkomponentli kompozisiya sistemlərinin alınmasında mühüm rol oynayır. Modifikasiyanın effektivliyi zəncirin ötrülmə sürətindən asılıdır. Zəncirin ötrülməsi isə temperarur, katalizator və ya həyəcanlandırıcının qatılığından, monomerin və makroradikalın reaksiya qabiliyyətindən, həmçinin polimer makromolekulundan qoparıla bilən atomun yerdəyişmə sürətindən asılıdır [5-7].

Göstərilən mexanizm calaq-doldurulmuş sopolimerlərin alınmasına imkan verir. Dispers doldurucuların calaq zənciri tərəfindən yaxşı qəbul olunması, yəni doldurucunun sopolimerdə homogen paylanması sopolimerin istismar xassələrinin yaxşılaşdırılması ilə nəticələnir.

Tədqiqat işində emulsiya qoruyucu örtük alınması məqsədi ilə üçlü-sintetik etilen-propilen kauçuku (SKEPT) metakril turşusu ilə modifikasiya edilmişdir və texniki karbonla doldurulmuşdur. Modifikasiya prosesi əks-soyuducu, termometr və qarışdırıcı ilə təchiz olunmuş laboratoriya reaktorunda aparılmışdır. Belə ki, reaktora P-514 markalı texniki karbon ilə xırdalanmış kauçuk və benzin tökülür. Doldurucu ilə (texniki karbon) doldurulmuş kauçuk benzində tam həll olduqdan sonra, polimetakril turşusunun alınması məqsədi ilə reaktora həyəcanladırıcı kimi benzol peroksidi və metakril turşusu, sulfanol əlavə edilir. Proses 80^0C temperaturda 60 dəqiqə müddətində daim qarışdırılmaqla aparılır.

Fasiləsiz qarışdırma ilə reaktora distillə suyu:benzin 1:1 nisbəti miqdarında əlavə olunur və qarışdırma 1 saat müddətində soyudulmaqla aparılır. Nəticədə uzun müddət qalmaqla sabit dispersiya alınmış olur.

Alınmış calaq sopolimerində karboksil qruplarını müəyyən etmək üçün infra-qırmızı spektroskopiya analiz üsulundan istifadə edilmiş, 1710 sm^{-1} udma zolağında COOH qrupunun valent rəqsi olduğu təsdiqlənmişdir. Bu yeni udma zolağının əmələ gəlməsi SKEPT-in metaktilat turşusu ilə kimyəvi modifikasiya olduğunu təsdiq edir.

Emulsiya qoruyucu örtüyün qorunan səthlərə (rezinlərə) təsiri müəyyən zamandan sonra

qorunan səthin əsas fiziki-mexaniki göstəricilərini (dartılmada möhkəmlik, nisbi uzanma və s.) öyrənilməsi ilə təyin edilir. Bu məqsədlə emulsiya ilə örtülmüş nümunə otaq temperaturunda bir gün, yəni 24 saat saxlanılır, sonra isə əsas göstəriciləri öyrənilir və eyni zamanda müqayisə üçün örtüksüz nümunə də sınaqdan keçirilir.

Emulsiya qoruyucu örtüyün (sopolimerin) alınması üçün götürülmüş komponentlərin müxtəlif nisbətlərində dörd tərkibdə kompozisiya hazırlanmışdır.kompozisiyaların tərkibi cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1. Emulsiya –qoruyucu kompozisiyaların tərkibi

№	Komponentlər	Kompozisiyaların tərkibi, kütlə %			
		1	2	3	4
1.	SKEPT-PMAT sopolimeri	2,0	3,0	4,0	4,5
2.	Sulfanol	0,1	0,20	0,30	0,40
3.	Toluol	50	50	50	50
4.	Distillə suyu	50	50	50	50

*Həlledici kimi toluol-su qarışığı 1:1 nisbətində götürülmüşdür.

Alınmış sopolimerin bəzi göstəriciləri tədqiq olumuşdur və aşağıda cədvəldə göstərilmişdir.

Cədvəl 2. Sopolimerin ilkin göstəriciləri

Sıra №si	Göstəricilər	Dəyəri
1.	Xarici görünüşü	Sarımtıl rəngli özlü maye
2.	Maddənin quru qalığı, kütlə %	3,5-3,8
3.	Özlülük, san.(VZ-4 cihazında)	10-12

Emulsiya –qoruyucu örtük qatı protektor şin rezini üzərində sınaqdan keçirilmişdir. Səthlərinə örtük çəkilmiş nümunələr 2 ay ərzində təbii iqlim şəraitində (yay fəslində) saxlanılmışdır. Bu müddətdəmn sonra, təbii amillərin təsirindən sonra örtüklərin əsas göstəriciləri öyrınilmişdir (cədvəl 3).

Cədvəl 3. Şin rezinlərinin üzlük qoruyucu örtüyünün əsas göstəriciləri

Sıra №si	Göstəricilər	Kompozisiyaların tərkibi, kütlə %			
		1	2	3	4
1.	Örtükdə çat əmələgəlmə müddəti, gün	27	30	28	26
2.	Dartılmada möhkəmlik həddi, MPa	10	14	12	8,6
3.	Nisbi uzanma, %	300	390	340	310

Müqayisəli olaraq, müxtəli tərkibli protektor rezinlərinin digər qoruyucu örtüklərlə örtülmüş rezinlər götürülmüşdür və müəyyən edilmişdir ki, metakril turşusu (MAT) ilə

modifikasiya olunmuş SKEPT-60 əsaslı emulsiyanın rezinləri təbii iqlim şəraitində ozandan qocalmasında istifadəsi daha effektivdir, həmçinin rezinin çoxdəfəli deformasiyasında da dayanıqlıq göstərir.

Nəticə

Aparılmış tədqiqat işində müəyyən olunmuşdur ki, şin rezinlərini təbii iqlim şəraitində (ozon, havanın oksigeni, günəş şüaları-radiasiya, mənfi və yüksək temperatur və s.) müxtəlif faktorların təsirindən qorunmasının əsas yolu onların üzərinin qoruyucu qat ilə örtülməsidir. Bu məqsədlə MAT ilə modifikasiya olunmuş SKEPT-60 əsaslı örtük qatının müxtəlif mühitlərə damlığını artırmaq məqsədilə ona texniki Krbon əlavə edilmişdir.
Örtük kompozisiyasının tərkibində su olduğundan onun şin üzərinə çəkilməsinin asan olması ilə yanaşısaxlama və qurudulma proseslərində yanğın təhlükəsi xeyly azaldılmış, həmçinin kompozisiyanın rənginə təsir etmişdir.

ЗАЩИТНЫЕ ВОДНО-ЭМУЛЬСИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ЭЛАСТОМЕРОВ

И.Г.Абдуллаева

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку.
Dosent.irada.abdullayeva@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0000-0001-5077-9006

АБСТРАКТ

Одной из актуальных проблем современности является вопрос защиты поверхностей различной природы от воздействия агрессивных сред и атмосферы. Одним из основных путей решения такой проблемы является получение защитных покровных композиций различного состава на основе высокомолекулярных соединений. При получении таких покрытий, имеющих широкое практическое значение, в основном использовались композиции на основе эластомеров-олигомеров и наполненные композиции. Определен состав приготовленных композиций и изучены их основные показатели.
Ключевые слова: эластомер, покрытие, этилен-пропилен, липкость, адгезия

PROTECTIVE WATER-EMULSION COATINGS BASED ON ELASTOMERS

I.G.Abdullayeva

Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku.
Dosent.irada.abdullayeva@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0000-0001-5077-9006

Abstract.

One of the pressing problems of our time is the issue of protecting surfaces of various nature from the effects of aggressive environments and atmosphere. One of the main ways to solve this problem is to obtain protective coating compositions of various compositions based on high-molecular compounds. In obtaining such coatings, which have wide practical significance, mainly

compositions based on elastomers-oligomers and filled compositions were used. The composition of the prepared compositions was determined and their main indicators were studied.
Keywords: elastomer, coating, ethylene-propylene, stickiness, adhesion

İSTİFADƏ EDİLMİŞ ƏDƏBİYYAT

1.А.А. Кульков, Ю.В. Антипов, Г.Г. Конкина, А.Н. Пурина.Адгезионноспособные пленочные материалы для ПКМ. Пластические массы 2024, №4, с.8-10
2. Хамматова Э.А., Абуталипова Л.Н., Мекешкина-Абдуллина Е.А. Создание многофункционального пленочного материала с улучшенными адгезионными свойствами // Вестник Казанского технологического университета. 2013, Т.16, №14. с.144–147.
3. Заикин А.Е., Ахметов А.Р. Повышение адгезии между компонентами смеси полиэтилен-полихлоропрен под действием нанонаполнителей // Клеи, герметики, технологии. 2020. No2. с. 2–7.
4. Абзальдинов Х.С., Садова А.Н., Ярушин Р.С. Стоянов О.В. Адгезионные материалы на основе модифицированного низкомолекулярного сополимера этилена с винилацетатом // Клеи, герметики, технологии. 2020. №2. с. 151–153.
5. Богомолов Н.Н. Функциональные материалы для многослойных барьерных пленок // Полимерные материалы. 2014. №12. с. 14–18.
6. F.Ə.Əmirov. Funksional birləşmələrlə modifikasiya edilmiş elastomer əsasında korroziyadan qoruyucu örtüklər. Azərbaycan kimya jurnalı № 2, 2013, s.96-100.
7. Bilalov Y.M, Naibova T.M., Əmirov F.Ə., abdullayeva İ.Q., Məmmədov İ.S. Korroziyaya qarşı qoruyucu su-emulsiya örtükləri üçün kompozisiya. Patent AR, İ2004 0197, 22.12.2004.
8. Багирзаде, Р.З., Агамалиев, З.З., Мирзоев, В.Г., Расулов, Ч.К. Модифицированные пара-циклоалкилфеноламинные олигомеры-пленкообразователи для ЛКМ // «Техника и технология нефтехимического и нефтегазового произ-водства». Материалы 7-й международной научно-техни-ческой конференции. Омск, 24-28 апреля, 2017, с.25.
9. Агамалиев, З.З., Эфендиева, Л.М., Аббасзаде, С.М., Расулов, Ч.К. Синтез 2-гидрокси-3-(метилциклогексенилизопропил)-5-метилбензиламиноэтилнонилимидазолинов – термостабилизаторы к полипропилену // XIV Международная научно-практическая конференция «Новые полимерные композиционные материалы». Нальчик, 4-8 июля, 2018, с.3-6.
10. Aghamaliyev Z.Z., Naghiyeva M.V., Rasulov Ch.K. Synthesis of 2-Hydroxy-3-(methylcyclo-hexenylisopropyl)-5-methylbenzylaminoethylnonyl imidazolines - the thermostabilizers to polypropylene // ScientificNet. Publisher in Materials Science & Engineering. Materials Science Forum, Switzerland, 2018. Vol. 935, p. 155-159.
11. Aghamaliyev Z.Z. Production and properties of surface-active compositions based on oxygenized nonylphenol and alkylymidazolines. // Processes of Petrochemistry and Oil Refining, Baku, 2021, Vol.22, No. 1, p. 50-57.
12. Qasımova F.İ., Yusifov Y.H., Əliyeva N.M., Ağamalıyev Z.Z., Rəsulov Ç.Q. Para-tsikloalkilfenolamin oliqomerlərinin alınması və örtükəməlgətirici kimi tətbiqi / Akademik Əli Musa oğlu Quliyevin 110 illik yubileyinə həsr olunmuş “Müxtəlif Təyinatlı Üzvi Maddələr və Kompozision Materiallar” mövzusunda respublika elmi konfransı, Aşqarlar Kimyası İnstitutu, Bakı, 1-2 iyun 2022, s.165-166.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0612

PROTECTION OF LUBRICANT COMPOSITIONS FROM BIODEGRADATION BY BIOCIDES

Fuad Aliyev[1], Haqiqat Javadova[2], İlaha Jafarova[3] Fakhriyya Abdullayeva[4,5]

[1]Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan
Director of the Institute of Ecology and Natural Resources
Ganja city, H. Aliyev Ave., 419, **academic**
[2]Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan
Head of the Lubricant Compositions Laboratory, Institute of Chemistry of Additive named after Academician A. Guliyev, Baku city, Darnagul highway, **professor**
[3]Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan
Head of the Naftalan Oil and Surfactants Laboratory, Institute of Ecology and Natural Resources, Ganja city, H. Aliyev ave., 419, **PhD**
cafarova_ilash@mail.ru
ORCID: 0000-0001-2345-6789
[4]Institute of Petrochemical Processes named after academician Y.H. Mamedaliyev, Baku, Khojaly Avenue 30, **PhD,** associate professor, leading scientific worker
[5]Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azadlıg pros.34, **PhD,** associate professor
faxriye85@mail.ru
ORCID: 0009-0004-1899-9649

ABSTRACT

Based on modern additives and additive packages, various types of lubricants are widely used in autotractor, ship, stationary and other diesel engines.

Lubricants are subject to biodegradation when stored, transported and used in unfavorable conditions for a long time. Microorganisms cause deterioration of the physicochemical and operational properties of lubricants. On the one hand, microorganisms affect oil and oil products, making them useful. Thus, under the influence of microorganisms, it is possible to obtain oil products with a special composition - dewaxing, protein-vitamin concentrate, and water purification in the oil industry. On the other hand, as a result of the activity of microorganisms, oil products decompose and, at the same time, oil equipment is damaged.

The results of damage to oil products by microorganisms show that they have a certain degree of selectivity for various hydrocarbons, that is, their enzyme systems are able to use only certain hydrocarbons.

Thus, microorganisms develop more often in solid paraffins with a normal structure. They develop poorly in liquid and gaseous paraffins, but the most resistant ones are aromatic hydrocarbons. The main operational properties of lubricants are oxidation, corrosion, wear and detergent properties.

The mentioned properties of bioresistant oil samples created by adding biocides were determined by the appropriate GOST methods. The purpose of the conducted studies is to study the effect of organic compounds that can destroy microorganisms in the composition of lubricants, to select biocides that increase microbiological durability, and to create new types of lubricant compositions as a result of their inclusion in additive compositions.

The article reflects the results of determining the biological stability of M-8 lubricant

compositions with alkylphenolate-type additives against the main group of microorganisms that damage technical oils. In order to protect the compositions from biological damage, α-aryl-β-nitroethene and α-furyl-β-nitroethene were studied as biocides. The biopersistence properties of alkylphenolate detergent-dispersant additives against specific bacteria (Pseudomonas aeruginosa, Mucobacterium lacticum) and fungi (Aspergillus niger, Cladosporium chrysogenum, Penicillium cyclopium) and the results of their resistance to biodegradation in the presence of α-aryl-β-nitroethene and α-furyl-β-nitroethene biocides were determined. The biocides were tested in parallel with 8-oxyquinoline and the results obtained were analyzed. The inclusion of 0.25% of α-furyl-β-nitroethene biocide in additive compositions does not adversely affect its anti-corrosion and anti-oxidation properties, which provide operational properties while increasing its resistance to biodegradation.

Keywords: lubricants, alkylphenolate additives, biocides, oxidation, corrosion

INTRODUCTİON

It is known that various hydrocarbons, which are components of petroleum products, are damaged by the absorption of microorganisms. The activity of microorganisms leads to the decomposition of petroleum products, deterioration of their operational properties and makes them unusable. The decomposition of petroleum products occurs at different levels depending on the structure of the hydrocarbons in their composition (aromatic, paraffin, naphthene, etc.). Resinous substances are more susceptible to microbiological damage. The most effective method of protection against microbiological damage is the use of antimicrobial additives - biocides. Halogenated phenols, salicylanilides, haloid organic compounds and their esters, nitrogen heterocompounds, etc. are used as biocidal additives [1; 2].

The large-scale production of petroleum products and the increase in their areas of exploitation make the problem of combating microbiological damage more urgent.

OBJECTİVE

In order to ensure the improvement of the biodegradability properties of lubricating oils, the aim is to study a number of functional additives, especially detergent-dispersant alkylphenolate additives, as biocides, and to create modern and promising bioresistant additive compositions under the influence of heterocyclic compounds-biocides of various structures. At the Institute of Chemistry of Additives name of A.M.Guliyev, were synthesized substances containing nitrogen, phosphorus, boron and various functional groups or multifunctional additives [3; 5]. The presence of a number of active center atoms in the composition of these substances serves to improve the oxidation, corrosion and wear properties of lubricating oils. Nitrogen-containing alkylphenolate additives consist of calcium salts of alkylphenol formaldehyde and condensation products with various amines. Ammonia, diethanolamine, alkenyl succinimide, benzotriazole, aminoacetic acid were used as amines. Extensive research into these additives, which have a high alkaline number and relatively low ash content, is of interest.

Boric acid was used in the process of condensation of additives with alkylphenol, formaldehyde and amines by the Mannix reaction, and the resulting product was treated with calcium hydroxide. The multifunctionality of these substances makes their widespread use in the composition of lubricants relevant.

It is known that some chemicals containing amine, phenol, calcium or barium sulfonate fragments

have biological activity [4; 6]. Since amine and phenol fragments are present in the molecular structure, it was of interest to study the biological activity of alkylphenolate-type additives. Methods: The article presents the results of a study of the biological activity of alkylphenolate additives against the main physiological groups of microorganisms that damage technical oils. For this purpose, samples were prepared by dissolving the alkylphenolate additive in the M-8 base oil obtained from mixtures of Azerbaijani oil at a concentration used as a detergent-dispersant additive (Table 1).

It is known that some chemicals containing amine, phenol, calcium or barium sulfonate fragments have biological activity [7; 8]. Since amine and phenol fragments are present in the molecular structure, it was of interest to study the biological activity of alkylphenolate-type additives.

METHODS

The article presents the results of a study of the biological activity of alkylphenolate additives against the main physiological groups of microorganisms that damage technical oils. For this purpose, samples were prepared by dissolving the alkylphenolate additive in the M-8 base oil obtained from mixtures of Azerbaijani oil at a concentration used as a detergent-dispersant additive (Table 1).

Table 1: Comparative determination of biodurable properties of additive compositions

Lubricant composition	Concentration of alkylphenolates, %	Diameter of the zone of destruction of microorganisms at a concentration of 0.25% of biocides,cm					
		α-Aryl-β-nitroethene		α-Furyl-β-nitroethene		8-oxyquinoline	
		Bacteria	Mushroom	Bacteria	Mushroom	Bacteria	Mushroom
M-8+İXP-101	11,3	+	+	3,0	2,0	+	+
M-8+AKİ-114	5,6	3,0	+	1,5	2,8	1,3	+
M-8+AKİ-140	6,7	2,5	2,0	1,0	3,5	+	+
M-8+AKİ-209	6,5	2,0	3,0	2,0	-	+	+
M-8+AKİ-210	5,1	1,5	3,0	1,5	2,0	+	+
M-8+AKİ-144	7,5	3,0	+	1,2	2,5	+	+
Base oil M-8	-	3,0	2,8	2,8	3,2	1,1	1,2

\+ full growth

-growth process wasn't observed

As a result of the test shown in Table 1, it was determined that all alkylphenolate detergent-dispersant additives in M-8 oil, regardless of their composition and structure, are exposed to the full development of microorganisms - bacteria and fungi, and the full development of microbes occurs within 7-10 days. Therefore, in order to increase the biodurableness of all additive oil samples, it is necessary to use compounds with biocidal properties. It should also be noted that although the amines of different compositions that enter the reaction during the condensation of alkylphenols with formaldehyde and amines are different from each other, they are at the same level in the process of microbiological decomposition, and in all cases microbes and fungi develop fully. As can be seen from Table 1, in order to determine the dependence on the structure of amines, the compounds were determined with concentrations at the same alkaline number limit [15].

The studied detergent-dispersant additives consist of compounds soluble in motor oils, and

compounds with biocidal properties should be selected as oil-soluble compounds. Therefore, α-aryl-β-nitroethene and α-furyl-β-nitroethene, also their halogenated derivatives were used to determine the resistance properties to microorganisms as biocides. The results of the studies conducted with both biocides show that the addition of biocides to additive compositions to a certain extent plays a role in increasing the bioresistance of additives. As can be seen from Table 1, the effects of biocides are also different from each other, with the addition of α-aryl-β-nitroethene at a concentration of 0.25%, the diameter of the area of destruction of microorganisms reaches 1.5-3.0 cm. As can be seen from Table 1, α-furyl-β-nitroethene compositions completely protect against damage by microorganisms (fungi and bacteria). However, the effectiveness of the biocide depends on the structure of the amine fragment in the alkylphenolate additive [9; 10].
α-Aryl-β-nitroethene, on the other hand, does not have the ability to protect the alkylphenolate IHP-101, which does not have an amine fragment, from bacteria and fungi. The effectiveness of this biocide on the remaining compositions also depends on the structure of the amine fragment in the alkylphenolate.
The effect of the addition of biocides on other functional properties of motor oils should be determined, that is, the performance properties of oxidation, corrosion, wear, etc. should be compared with the requirements established by the standard.
In connection with the above-mentioned problem, the effect of biocides on the important properties of oils in the creation of bioresistant motor oils for various purposes was determined. Taking into account the somewhat high effect of known biocides on oils based on nitroethenes, it was determined that the use of co compositions of biocides with different composition and structure for the same purpose is of great importance [11; 12].

Table 2: Determination of oxidation and corrosion properties of lubricant compositions with α-aryl-β-nitroethene biocide

Lubricant composition	Corrosive, on lead plates, g/m^2		Persistence of sedimentation based on induction period (İPO,30hour), sediment %	
	Biocide-free samples	0,25% α-aryl-β-nitroethene	Biocide-free samples	α-aryl-β nitroethene 0,25%
M-8+İXP-101	15	12,5	3,0	2,8
M-8+AKİ-114	3,5	3,02	0,5	0,48
M-8+AKİ-140	3,0	1,7	0,3	4,1
M-8+AKİ-209	2,8	5,1	0,41	0,52
M-8+AKİ-210	3,6	2,4	0,38	2,0
M-8+AKİ-144	6,8	0,85	0,51	1,6

CONCLUSİONS

Increasing the resistance of lubricants to biodegradation is an important indicator. However, it is imperative to study the effect of the inclusion of biocides in the lubricant composition on the operational properties of the oil - corrosion resistance, induction period resistance, detergency, anti-wear, etc. The effect of the studied biocides on the operational properties was determined by determining the compatibility of other functional additives in the lubricant composition [13; 14]. As an important indicator of the oxidation and corrosion resistance of lubricants, tests were conducted on M-8 base oil according to GOST 11063-90 and GOST 20502-92 (table 2).

The inclusion of 0.25% α-furyl-β-nitroethene biocide in additive compositions, while increasing its resistance to biodegradation, does not adversely affect its anti-corrosion and anti-oxidation properties, which ensure their operational properties.

It was found that the anti-corrosion and anti-oxidation effects of additives determined at different concentrations (without biocide and with biocide) are almost the same. Thus, lubricant compositions made from alkylphenolate additives are not biostable and their biostability can be increased by biocides.

Based on the positive results of studies conducted with the addition of various biocides to the composition of lubricants, multi-purpose lubricant compositions resistant to biodegradation were created based on multifunctional detergent-dispersant alkylphenolate type AKI series additives and additive packages.

REFERENCE

1. A.Kh. Mammadova., V.M. Farzaliyev., A.K. Kazimzadeh. "New sulfur, nitrogen and boron containing multifunctional alkylphenolate additives to motor oils", // *Petroleum Chemistry*, 2017, T.57 (8), pg.718-721.
2. M. Danilov. "Application of additives in fuels", St. Petersburg: Khimizdat, 2010, pp. 25-31
3. F.Y. Aliyev., A.A. Javadova., I.A. Jafarova. "Comparative study of biocides on the biostability of alkylphenolate-type additives", ANAS Ganja Branch News Collection №1(79), 2020, pp.37-42.
4. E.E. Naghiyeva., A.E. Gadirov., A.K. Kazimzade., X.N. Mammadyarova., R.E. Mammadova., S.I. Nasirova. "Multifunctional alkylphenolate additive for motor oils", // Azerbaijan Oil Industry. 2020, №11. pp.51-54.
5. A.A. Dzhavadova, M.T. Abbasova, I.A. Dzhafarova. "Study of biostability of lubricating composites with detergent-dispersant additives of alkylphenolate type", Journal "Oil refining and petrochemistry", 2013, No. 11, pp. 34-36.
6. A.Yu. Evdokimov, I.G. Fuchs. Oblashchikova I.R. "Ecological aspects of chemmotology of lubricants", Moscow: Oil and Gas, 2001, p. 197.
7. A.P. Kartoshkin, V.N. Melnikov. "Biodegradation of used lubricating oils", // Coll. of scientific papers / SPbSTU. 2000. - Pp. 87 - 90.
8. V.N. Melnikov. Technologies of biocidal treatment of lubricating oils // Coll. of scientific papers / SPbSTU. 2001.
9. A.M. Samedov. "State of research in the field of creation of multifunctional bactericides-inhibitors for the oil industry", // Processes of petrochemistry and oil refining. No. 2, 2003, pp. 17-26.
10. G.L. Trofimova. "Study of the interaction of additives to motor oils", // Chemistry and technology of fuels and oils. 2014, No. 6. P. 9-11.
11. V.M. Farzaliyev., A.I. Akhmedov., E.I. Gasanova. "Syntesis of Copolymers of Decyl methacylate with o-allylphenol and Their Investigation as Viscosity Improving Additives for Petroleum Oils", *// journal of Applied Chemistry.* 2012. Vol.85. No.10. pp 1640-1642.
12. A.V. Nikolaenko, A.P. Kartoshkin, V.N. Melnikov. "Biological contamination of lubricating oils contaminated with fuel", // Proc. Int. scientific practical conf. - St. Petersburg: API, 2000. - Pp. 186 – 189.
13. S.A Semenov., K.Z. Gumargalieva., G.E. Zaikov. "Biodegradation and durability of materials under the action of microorganism", /-*Utrecht : VSP International Science Publishers,* 2003-

199 p.
14. Wachtler Peter, Kugler Martin. “Microbicidal agent”, *// Application 10318366 Germany. IPC A 01N 43/80, A 01 N 31/08. Bayer Chemicals A.G. No. 103183663 Appl. 23.04.2003. RZH: 05.11-180281P, published 02.12.2004.*
15. A.V. Nikolaenko., A.P. Kartoshkin A.P. “Improving the technology of regeneration of lubricating oils by their biocidal treatment”, *Dissertation for the degree of candidate of technical sciences, St. Petersburg State Agrarian University,* 2002, p.78.

Sürtkü kompozisiyalarının biozədələnməsinin biosidlər vasitəsilə mühafizəsi

Akademik Fuad Yusif oğlu Əliyev[1], Həqiqət Əliəşrəf qızı Cavadova[2], İlahə Abuzər qızı Cəfərova[3], Fəxriyyə Məhəmməd qızı Abdullayeva[4,5]

[1]Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Ekologiya və Təbii Ehtiyatlar İnstitutunun direktoru, Gəncə ş., H. Əliyev pr., 419
[2]Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Akademik Ə.Quliyev adına Aşqarlar Kimyası İnstitutu Sürtkü kompozisiyaları laboratoriyasının müdiri, Bakı ş., Dərnəgül şossesi
[3]Azərbaycan Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Ekologiya və Təbii Ehtiyatlar İnstitutu Naftalan nefti və səthi aktiv maddələr laboratoriyasının müdiri, Gəncə ş., H. Əliyev pr., 419
cafarova_ilash@mail.ru
ORCID: 0000-0001-2345-6789
[4]Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi, akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft Kimya prosesləri İnstitutu,aparıcı elmi işçi, Bakı ş., Xocalı prospekti, 30
[5]Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, dosent, Bakı ş., Azadlıq pros.34
faxriye85@mail.ru,
ORCID: 0009-0004-1899-9649

XÜLASƏ

Müasir aşqar və aşqar paketləri əsasında müxtəlif təyinatlı sürtkü materialları geniş miqyasda avtotraktor, gəmi, stasionar və digər dizel mühərriklərində istismar olunur.
Sürtkü yağları uzun müddət əlverişsiz şəraitdə saxlandıqda, nəql edildikdə və istismar zamanı biozədələnmə prosesinə məruz qalır. Mikroorqanizmlər sürtkü yağlarının fiziki-kimyəvi və istismar xassələrinin pisləşməsinə səbəb olur. Mikroorqanizmlər bir tərəfdən neft və neft məhsullarına təsir edərək onu yararlı hala salır. Belə ki, mikroorqanizmlərin təsiri ilə neft məhsullarını xüsusi tərkibə malik-deparafinləşmə, zülal-vitamin konsentratı, neft sənayesində suları təmizləmək olur. Digər tərəfdən mikroorqanizmlərin fəaliyyəti nəticəsində neft məhsulları parçalanır və bununla yanaşı neft avadanlığı zədələnir. Mikroorqanizmlər tərəfindən neft məhsullarının zədələnməsinin nəticələri göstərir ki, onlar müxtəlif karbohidrogenlərə görə müəyyən dərəcədə seçicilik xassəsinə malikdir, yəni onların ferment sistemləri yalnız müəyyən karbohidrogenlərdən istifadə etmək qabiliyyətinə malikdir. Belə ki, mikroorqanizmlər daha çox normal quruluşa malik bərk parafinlərdə inkişaf edirlər. Maye və qaz halında olan parafinlərdə isə zəif inkişaf edirlər, lakin ən çox davamlı olanlar aromatik karbohidrogenlərdir.
Sürtkü yağlarının əsas istismar xassələri oksidləşmə, korroziya, yeyilmə və yuyuculuq

xassələridir. Biosid əlavə etməklə yaradılan biodavamlı yağ nümunələrinin qeyd olunan xassələri müvafiq ГОСТ-larla təyin edilmişdir. Aparılan tədqiqatlarda məqsəd sürtkü yağlarının tərkibində mikroorqanizmləri məhv edə bilən üzvi birləşmələrin təsirini öyrənmək, mikrobioloji davamlığı artıran biosidlərin seçilməsi, onların aşqar kompozisiyalarına daxil edilməsi nəticəsində yeni növ sürtkü kompozisiyaların yaradılmasından ibarətdir.
Məqalədə M-8 sürtkü yağının alkilfenolyat tipli aşqarlarla kompozisiyalarının texniki yağları zədələyən əsas qrup mikroorqanizmlərə qarşı bioloji stabilliyi təyin edilib. Kompozisiyaları bioloji zədələnmədən qorumaq məqsədilə biosid kimi α-aril-β-nitroeten və α-furil-β-nitroeten tədqiq edilib. Alkilfenolyat tipli detergent-dispersedici aşqarların xüsusi bakteriya (Pseudomonas aeruginoza, Mucobacterium lacticum) və göbələklərə (aspergillus niger, Cladosporium chrysogenum, Penicillium cyclopium) qarşı biodavamlıq xassələri və α-aril-β-nitroeten və α-furil-β-nitroeten biosidlərin iştirakı ilə biozədələnməyə qarşı müqavimətinin nəticələri təyin edilmişdir. Biosidlərin sınaqları 8-oksixinolinlə paralel surətdə aparılmış və alınan nəticələr təhlil edilmişdir. α-Furil-β-nitroeten biosidinin 0,25% aşqar kompozisiyalarına daxil edilməsi onun bioparçalanmaya qarşı müqavimətini artırmaqla bərabər istismar xassələrini təmin edən korroziya və oksidləşməyə qarşı xassələrinə mənfi təsir etmir.

Açar sözlər: sürtkü yağları, alkilfenolyat aşqarları, biosidlər, oksidləşmə, korroziya

Защита смазочных композиций от биодеградации биоцидами

Академик Фуад Юсиф оглы Алиев[1], Агигат Алиашраф кызы Джавадова[2], Илаха Абузар кызы Джафарова[3], Фахрия Магамед кызы Абдуллаева[4,5]
[1]Директор Института экологии и природных ресурсов Министерства науки и образования Азербайджанской Республики г. Гянджа, пр. Г. Алиева, 419
[2]Заведующая лабораторией смазочных композиций Института химии присадок имени академика А. Гулиева Министерства науки и образования Азербайджанской Республики, г. Баку, Дарнагульское шоссе
[3]Заведующая лабораторией нафталанской нефти и поверхностно-активных веществ Института экологии и природных ресурсов Министерства науки и образования Азербайджанской Республики, г. Гянджа, пр. Г. Алиева, 419
cafarova_ilash@mail.ru
ORCID: 0000-0001-2345-6789
[4]Институт Нефтехимических Процессов имени академика Ю.Г. Мамедалиева, ведущий научный сотрудник, г. Баку, Ходжалы прос. 30, Баку, Азербайджан
[5]Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Доцент, г. Баку, Азадлыг прос.34, Баку, Азербайджан
faxriye85@mail.ru,
ORCID: 0009-0004-1899-9649

АБСТРАКТ
На основе современных присадок и пакетов присадок широко применяются различные смазочные материалы в тракторных, судовых, стационарных и других дизельных двигателях.
Смазочные материалы подвергаются биодеградации при длительном хранении в неблагоприятных условиях, при транспортировке и эксплуатации. Микроорганизмы

вызывают ухудшение физико-химических и эксплуатационных свойств смазочных материалов. С одной стороны, микроорганизмы воздействуют на нефть и нефтепродукты, делая их полезными. Так, с помощью микроорганизмов можно получать нефтепродукты со специальным составом – депарафинизацию, белково-витаминный концентрат, очистку воды в нефтяной промышленности. С другой стороны, деятельность микроорганизмов приводит к распаду нефтепродуктов и одновременно к повреждению нефтяного оборудования. Результаты разрушения нефтепродуктов микроорганизмами показывают, что они обладают определенной степенью селективности к различным углеводородам, то есть их ферментные системы способны утилизировать только определенные углеводороды. Таким образом, микроорганизмы больше развиваются в твердых парафинах с нормальной структурой. Они плохо развиваются в жидких и газообразных парафинах, но наиболее стойкими являются ароматические углеводороды.

Основными эксплуатационными свойствами смазочных материалов являются окислительные, коррозионные, износостойкие и моющие свойства. Указанные свойства образцов биостойких масел, созданных путем добавления биоцида, определялись с использованием соответствующих ГОСТов. Целью исследований является изучение влияния органических соединений в смазочных маслах, способных уничтожать микроорганизмы, подбор биоцидов, повышающих микробиологическую стойкость, а также создание новых типов смазочных композиций за счет их включения в композиции присадок.

В статье определена биологическая устойчивость композиций смазочного масла М-8 с алкилфенолятными присадками по отношению к основной группе микроорганизмов, повреждающих технические масла. Для защиты композиций от биологического повреждения в качестве биоцидов были изучены α-арил-β-нитроэтен и α-фурил-β-нитроэтен. Определены биорезистентные свойства моюще-диспергирующих присадок алкилфенолятного типа по отношению к специфическим бактериям (Pseudomonas aeruginosa, Mucobacterium lacticum) и грибам (Aspergillus niger, Cladosporium chrysogenum, Penicillium cyclopium) и их устойчивость к биодеградации в присутствии биоцидов α-арил-β-нитроэтена и α-фурил-β-нитроэтена. Испытание биоцидов проводилось параллельно с 8-оксихинолином и полученные результаты были проанализированы. Включение 0,25% биоцида α-фурил-β-нитроэтена в состав присадок не оказывает отрицательного влияния на его антикоррозионные и антиокислительные свойства, обеспечивая эксплуатационные свойства и одновременно повышая его устойчивость к биодеградации.

Ключевые слова: смазочные материалы, алкилфенолятные присадки, биоциды, окисление, коррозия

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0620

ŞÜŞƏBETONUN ALINMASI VƏ ONUN XASSƏLƏRİNİN TƏDQİQİ

Cəfərova N. Ə. *0000-0001-5669-6631*, **Yunsurlu F.V.** *0009-0006-0558-4748*, **Sadıqova M.Y.**

1 - dosent , Kimya və Qeyri-üzvi maddələrin texnologiyası kafedrası, ADNSU, Bakı şəh., Azərbaycan
2- magistr, Kimya və Qeyri-üzvi maddələrin texnologiyası kafedrası, ADNSU, Bakı şəh., Azərbaycan
3- laborant, Kimya və Qeyri-üzvi maddələrin texnologiyası kafedrası, ADNSU, Bakı şəh., Azərbaycan
cafarova.nahida@gmail.com

Xülasə.
Şüşə tullantılarının betonda istifadəsi tullantıların ekoloji mühitə mənfi təsirlərini azaltmaqla yaşıl tikinti üçün yeni üfüqlər açır. Müəyyən olunmuşdur ki, şüşə tullantıları beton qarışığında iri doldurucu, xırda doldurucu və yapışdırıcının bir hissəsini əvəz edə bilər. Belə ki, şüşənin dispersləşdirilməsi nəticəsində əmələ gələn pussolanlaşma xüsusiyyətləri şüşə tozunun sementlə sıx yapışmasına təsir göstərir. Tədqiqat işi şüşəbetonda sementin 10-25% kütlə hissəsinin şüşə tozu ilə əvəz edilməsi ilə hazırlanmış betonun xassələrinin öyrənilməsinə həsr edilmişdir. Betonda iri doldurucu kimi tullantı əhəngdaşının çınqıllarından, xırda doldurucu kimi tikinti qumundan istifadə edilmişdir. Beton qarışığının texniki xassələrini yaxşılaşdırmaq üçün plastikləşdiricidən (1%) istifadə olunmuşdur. Müqayisə üçün 100% sement yapışdırıcısından istifadə olunan nəzarət betonu hazırlanmışdır. Eyni su/sement nisbətində sementin 10, 15, 20 və 25% şüşə tozu ilə əvəzlənməsi nəticəsində şüşəbeton qarışığından bir neçə nümunələr hazırlanmış və sınaq testləri aparılmışdır. Hazırlanmış şüşəbetonun tez bərkiməsi, aqressiv mühitə davamlılığı, nisbətən az su tələbatı olduğu müəyyən edilmişdir. Nəticələr göstərir ki, 28 günlük bərkimədən sonra təkrar emal edilmiş şüşə tozu ilə hazırlanan şüşəbeton nəzarət nümunələri ilə müqayisədə daha üstün davamlılıq nəticələri nümayiş etdirir və zaman keçdikcə sıxılmada möhkəmlik həddi artır. Bu onunla izah olunur ki, şüşə tozu və sement arasında gedən reaksiyalar daha çox miqdarda sement yapışqanının əmələ gəlməsinə səbəb olur. Sementin 10, 15, 20 və 25 % şüşə tozu ilə əvəzlənməsi nəticəsində alınmış nümunələrin möhkəmlik xassələri bir ildən sonra ən yüksək sıxılma müqavimətini nümayiş etdirirlər (sementin 20% əvəzlənməsi ilə hazırlanan şüşəbeton nümunəsi daha yüksək nəticə verir). Beləliklə, tədqiqatlar göstərdi ki, sement tozunun 10% tullantı şüşə ilə əvəz edilməsi açıq havada aparılan tikinti işləri üçün daha sərfəlidir: Belə sementin sıxılmada möhkəmlik həddi 28, 90 günlük bərkimədə daha yüksəkdir, eyni şərait və eyni tərkibdə daha az superplastikləşdirici, az su tələbatı, termal davamlılıq, tez bərkimə, yüksək dayanıqlılıq, uzunömürlülük, korroziyaya davamlılıq və ucuz maya dəyəri betonun mühüm keyfiyyətləridir. Eləcə də, şüşə tullantılarının betonda geniş istifadəsi beton məmulatların maya dəyərinin aşağı düşməsinə kömək etməklə yanaşı, poliqonlara düşən yükün azalmasına və ekoloji mühitin qorunmasına səbəb olacaq.

Açar sözlər: tullantı şüşə, təkrar emal, sement əvəzləyicisi, dayanıqlılıq, modifikasiyalı beton

Beton, dəmir beton əsas tikinti materialları kimi geniş istifadə olunmaqdadır. Müasir tikintidə əlavələrin köməyi ilə möhkəmlik, şaxtaya, korroziyaya, çatlamağa davamlılıq,

uzunömürlülük, tezbərkimə kimi daha üstün keyfiyyətlərə malik kompozisiyalı materialların tətbiqi genişləndirilir. Bu bir tərəfdən tullantıların istifadəsinə yol açmaqla poliqonlara düşən yükü azaldır, digər tərəfdən yüksək enerji istehlakı və ekoloji mühitə karbon qazı emissiyaları ilə müşayiət olunan sement istehsalı sənayesində qənaət imkanına yol açır [1].

Şüşəbeton müasir modifikasiyalı beton növlərindən biri olub keçən əsrin 70-ci illərindən başlayaraq öyrənilmiş və xüsusilə Yaponiyada, Avropada, ABŞ-da və Asiya ölkələrində tətbiq sahəsi tapmışdır. Şüşəbeton xassələrinə görə adi betonla müqayisədə bir sıra üstünlüklərə malik olur:

1) Ekoloji baxımdan: Təbii ehtiyatlardan istifadəyə qənaət. Ənənəvi beton böyük miqdarda qum və sement tələb edir, təkrar emal edilmiş şüşə bu komponentləri qismən əvəz edir, bu da təbii materialların qorunmasına kömək edir, digər tərəfdən, şüşənin betonda istifadəsi tullantıları və poliqonlara yükü azaltmağa kömək edir.
2) Şüşə sayəsində beton əlavə istilik izolyasiya xüsusiyyətləri əldə edir, bu da binaların istilik xərclərini azaltmağa imkan verir.
3) Müasir tikinti layihələrində yüklərə və xarici təsirlərə qarşı müqavimət həlledici rol oynayır. Tədqiqatlar göstərir ki, şüşənin əlavə edilməsi nəinki betonun əsas xüsusiyyətlərini pisləşdirmir, həm də kritik strukturlarda istifadə üçün yeni imkanlar açır.
4) Yüksək dərəcədə davamlılıq və dayanıqlılıq: şüşəbeton xarici təsirə qarşı yüksək müqavimət göstərir. Qarışıqda çox xırdalanmış şüşə hissəciklər komponentlərin yapışmasını artırır, materialı daha sıx və möhkəm edir. Belə betondan körpülər, yollar və sənaye binaları da daxil olmaqla intensiv istifadəyə məruz qalan strukturlarda istifadə etmək mümkündür. Belə strukturların aqressiv mühitə, suya davamlılığı təmir xərclərini azaldaraq investorlar və inşaatçılar üçün şüşəbetonu əhəmiyyətli bir üstünlüyə çevirir [2,3].

Beləliklə, şüşəbetonun həm ekoloji, həm də iqtisadi cəhətdən səmərəli tikinti materialı olması onun alınması ilə bağlı tədqiqatların mühüm və aktual məsələ olduğunu sübut edir.

Sement istehsalı (beton hazırlamaq üçün istifadə olunan əsas tərkib hissəsi) istixana qazı emissiyalarının əsas mənbəyidir. Betondakı sementin bir hissəsini əvəz etmək üçün sement əlavələrinin-soba şlakları, uçucu kül, şüşə tozu və s. istifadəsi sənayenin ətraf mühitə təsirini azaltmaq üçün perspektivli bir üsuldur. [4,5]. Bu materiallar betonun dayanıqlığını, erkən və uzunmüddətli dayanıqlığını, iş qabiliyyətini və qənaətini yaxşılaşdıra bilən qarışıq sementlər yaratmaq üçün istifadə olunur. Şüşə ənənəvi əvəzedicilərlə müqayisə edilə bilən kimyəvi tərkibə və fazaya malikdir, geniş yayılmışdır, lakin bəzən çeşidlənməsi mümkün olmayan və iqtisadi dəyəri aşağı olan şüşə tullantılar basdırılır. Şüşə və sement hidratları arasında reaksiyaları artırmaq üçün şüşənin mikrometr miqyaslı hissəcik ölçülərinə qədər üyüdülməsi, beton istehsalı üçün sementin qismən tullantı şüşəsi ilə əvəz edilməsi, eləcə də keramika və kərpic istehsalı prosesində tullantı şüşəsinin istifadəsi əhəmiyyətli enerji, ekoloji və iqtisadi səmərəni təmin edə bilər [6,7].

Tədqiqatlar göstərir ki, üyüdülmüş tullantı şüşə tozu ilə təkrar emal edilmiş şüşə beton (sementin 15-20%-i əvəz olunur) adi betondan daha üstün sıxılma müqavimətinə malik olur [7].

Bu işdə davamlı beton istehsalı üçün tullantı şüşə tozunun potensialı araşdırıldı. Şüşənin məhlulda və betonda işləmə xüsusiyyətlərinə dair eksperimental iş aparılmışdır. Axıcılıq və möhkəmlik xüsusiyyətlərini qiymətləndirmək üçün qarışıqdan nümunələr hazırlanmışdır. Şüşəbeton nümunələrinin möhkəmlik müqaviməti müəyyən edilmişdir. Bundan əlavə, tədqiqatda seçilmiş məhlul nümunələrində superplastikləşdiricidən istifadə etməklə şüşənin sıxılması və pussolan effekti müzakirə edilmişdir. Müxtəlif tədqiqatçılar tərəfindən iri və xırda doldurucunu

20-60% arasında əvəzləməklə alınan şüşəbetonun xassələri kifayət qədər araşdırılmışdır [8]. Lakin sementin qismən əvəzlnməsi ilə alınmış şüşəbetonun xassələrinə aid məlumatlara çox az rast gəlinir [9,10]. Araşdırmalar göstərir ki, sementin qismən əvəzlənməsi zamanı gedən proseslər və şüşə -qələvi reaksiyalarında şüşə tozunun əhəmiyyəti, quruluşda aktivləşdirici komponentlərin rolu kifayət qədər öyrənilməmişdir.

Eksperimental hissə:

İstifadə olunan materiallar və sement qarışığının tərkibi müvafiq olaraq cədvəl 1 və 2-də verilmişdir. Qumun yapışdırıcı ilə (sement + şüşə toz) kütlə nisbəti bütün faizli qarışıqlar üçün, uyğun olaraq 0% əvəz olunmamış sement ilə nəzarət betonu üçün qarışıq nisbətləri eyni saxlanmışdır. Bu nisbət sement :qum və çınqıl üçün müvafiq olaraq 1:2,33:3,07 olmuşdur. Su : bağlayıcı nisbətinin ədəbiyyat məlumatlarında 0,48 optimal olaraq seçilməsinə (İslam və başqaları) istinad edərək, bütün əvəzlənmiş nümunələr üçün 2 fərqli nisbət 0,4 və 0,5 istifadə edilmiş və hər qarışıq üçün testlər ayrıca yoxlanılmışdır.

Cədvəl 1. İstifadə olunan materiallar

Materiallar	Növü
Sement	42,5N
Xırda aqreqat	Əzilmiş, ələkdən keçirilmiş qum
İri aqreqat	Xırdalanmış əhəngdaşı
Şüşə tozu	Tozşəkilli şəffaf şüşə
Su	Adi şəbəkə suyu
Plastikləşdirici	Karboksilat tərkibli Sika ViscoCrete-1967 TS Hi-Tech

Sementin şüşə tozu ilə ilə əvəz edilməsinin təsirlərini müəyyən etmək üçün, beş fərqli faiz (0%, 10%, 15%. 20% və 25%) ilə sement+şüşə tozu hazırlandı (Cədvəl 2).

Cədvəl 2. Yapışıdırıcının tərkibi

Sement (%)	Tullantı şüşə tozu (%)
100	0
90	10
85	15
80	20
75	25

Tədqiqatda istifadə olunan sement satışdan alınan Qaradağ sement zavodunun kisə məhsuludur, CEM II/A-L 42.5R markalı möhkəmlik sinfinə aiddir. Sementdə klinker və gipsin faizi müvafiq olaraq 95-100% və 0-5%, Səpmə sıxlığı: 3,10 kq/дм³. Sementin xüsusi çəkisi və irilik modulu isə müvafiq olaraq Azərbaycan Standartı və AZS EN-197-1:2021 uyğun olaraq 3,15 və 99,3% (№ 200 ələk) təşkil etmişdir.

İncə doldurucu material olaraq həm qarışıq rəngli, həm də şəffaf, rəngsiz (2:1) təkrar emal edilmiş şüşə qarışığının tozu götürülmüşdür. Şüşə tozunun irilik modulu AzStand 475 üzrə 3,0 olmuşdur. Rəngli və şəffaf şüşə tozunun incəliyi, xüsusi çəkisi və kimyəvi tərkibinin yoxlanılması

nəticələrinin oxşar olduğu müəyyən olunduğundan, betonla bağlı sonrakı təcrübə işləri şəffaf şüşə tozundan istifadə edilməklə aparılmışdır. Tədqiqat üçün istifadə edilən incə aqreqat AzS 474 dənəvər qumun tələblərinə uyğun olaraq hazırlanmışdır.

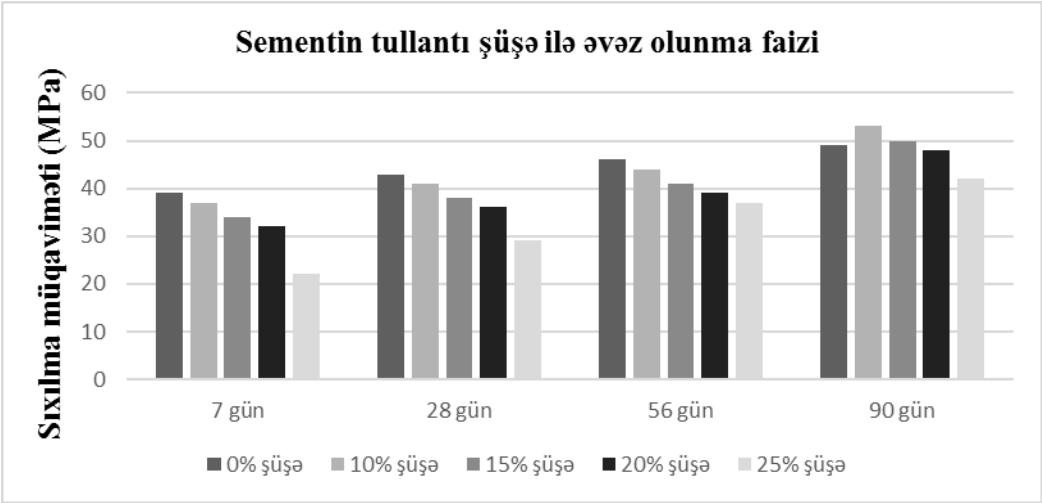
Su/bərk nisbətini təyin etmək üçün 2 fərqli nisbət (0,4 və 0,5) istifadə olunur. Bu məqsədlə tələb olunan sınaqlar üçün on müxtəlif partiya hazırlanmışdır. 0% ilə işarə olunan nümunə nəzarət üçün hazırlanmış sementin şüşə ilə əvəz olunmayan beton qarışığıdır. Beton qarışığının hazırlanması aşağıdakı qaydada aparıldı: iri və xırda aqreqatların əvvəlcə birinci yarısı müvafiq faizli əvəzlənmiş sementlə qarışdırıldı, sonra iri və xırda aqreqatın ikinci yarısı əlavə edildi. Təxminən 2-3 dəqiqə qarışdırıldı, sonra su və superplastikləşdirici qarışığı əlavə edildi və tam homogenlik əldə olunanadək mexaniki üsulla qarışdırıldı. Bundan sonra alınmış beton nümunələri bərkimək üçün qəliblərə yerləşdirildi. 24 saatdan sonra qəlibdən çıxarılmış nümunələr otaq temperaturunda nəmlik şəraitində 28 gün quruduldu və sınaq analizləri aparıldı.

Bu məqsədlə, 7 və 28 günlük bərkimədən sonra sıxılma möhkəmliyi və parçalanma (dartılma) gərginliyi müəyyən olunur. Nəticələr ənənəvi betonla müqayisə olunur.

Tədqiqatın müzakirəsi

Son 30 ildə betonda qələvi silikat reaktivliyi mövzusu geniş şəkildə öyrənilmişdir. Betona tullantı şüşənin əlavə edilməsinə dair təcrübələr göstərir ki, reaktiv şüşə tozunun sement məhlulu ilə qarşılıqlı təsiri qələvi-silikat gelinin yaranmasına və nəticədə betonun genişlənməsinə səbəb olur. Qeyd etmək vacibdir ki, reaktiv şüşə aqreqatın gel əmələ gətirib genişlənməyə və nəticədə betonun zədələnməsinə səbəb olma mexanizmi, tullantı şüşənin əsas komponenti olan amorf silisiumun, beton məhlulundakı məsamələrdə hidratlaşma ilə qələvi hidroksidlərin və sementin reaksiya məhsullarının yaranmasından asılıdır və bu reaksiyanın sürəti şüşə tozunun disperslik dərəcəsindən asılı olur, müəyyən bir hissəcik ölçüsündə, reaksiya sürəti kifayət qədər yüksək və daşınma sürəti kifayət qədər aşağı olduğu üçün maksimum genişlənmə müşahidə olunur [10]. Ənənəvi betonda pussolanlaşma reaksiyaları zamanı istilik ayrıldığı müşahidə olunduğu halda, şüşəbetonda bu zəif olur. Bu qüsuru aradan qaldırmaq üçün kimyəvi əlavə kimi sönməmiş əhəngdən istifadə olunmuşdur. Təbii pussolanların reaktivliyini artırmaq üçün duzların, qələvilərin kimyəvi aktivator kimi effektiv şəkildə istifadə edilməsi, həmçinin mexaniki və istiliklə emal kimi digər bir sıra metodların tətbiqi məlumdur [11]. Şüşədə kalsium oksidi ilə kimyəvi reaksiyaya girən silisium oksidi olduğundan kalsium silikat yaranır ki, bu da bağlayıcı komponent kimi sementi azaltmağa imkan verir. Bu isə öz növbəsində tikinti məhsullarının istehsalında enerji xərclərini və karbon emissiyalarını əhəmiyyətli dərəcədə azaldır.

Sementin əvəzlənməsi ilə hazırlanmış beton nümunələrinin 7, 28 və 90 günlük bərkimədə möhkəmlik sınaqları yoxlanılmışdır. Sınaq testləri YAW 300D laboratoriya qurğusunda aparılmışdır. Nəticədə müəyyən olunmuşdur ki, sementin 10% əvəz olunması ilə alınmış beton nümunəsinin sıxılma möhkəmliyi həddi digərlərinə nisbətən 28 günlük bərkimə dövründə ən yüksək nəticə göstərmişdir. Bununla belə, bütün hallarda ənənəvi betonun möhkəmlik xassələri ilkin bərkimə aman keçdikcə, aparılan sınaqlar şüşəbetonun mphkəmliyinin artdığını göstərdi. Belə ki, 3 aydan sonra aparılan sınaqlar betonda 10% şüşə tozu ilə əvəzlənmiş nümunənin bütün möhkəmlik sınaqlarında (sıxılmada, əyilmədə) üstün nəticə verdiyini müşahidə etdik. Alınmış nəticələr şəkil 1-də müvafiq olaraq təqdim edilir. Bu göstərir ki, şüşəbeton nümunələri zaman keçdikcə öz möhkəmliyini daha da artırır.



Şək.1. Sementin şüşə tozu ilə əvəzlənməsindən asılı olaraq sıxılmada möhkəmlik dəyərləri.

Bundan başqa, şüşəbeton nümunələrinin suudma testləri də aparılmış və nəzarət betonunun müvafiq analiz nəticələri ilə müqayisə edilmişdir. Betonun su udma qabiliyyəti onun dayanıqlılığını təsnif edərkən mühüm bir faktordur. Ümumiyyətlə, aşağı su udma qabiliyyətinə malik beton, içərisindəki armaturu daha yaxşı qorumağa imkan verir. Bir çox tədqiqatçıların nəzərdən keçirdiyi kimi, şüşə təbii olaraq sukeçirməz bir materialdır, buna görə də betonda şüşə hissəciklərinin olması, beton qarışığının keçiriciliyini azalda bilər. Bu araşdırmadan əldə olunan dəyərlər göstərir ki, 100% sementlə hazırlanmış betonun su udma qabiliyyəti daha yüksəkdir və 10% şüşə əvəzlənməsi olan beton daha aşağı udma qabiliyyətinə malikdir, bununla müqayisədə daha yüksək şüşə tozu olan qarışıqlar isə 10% əvəzləmə ilə müqayisədə daha çox su udmuşdur, amma ümumilikdə, ənənəvi beton qarışığından azdır.

Nəticə:

1. Sementin 5%, 10%, 15% və 20%-i tullantı şüşə tozu ilə əvəz olunması nəticəsində betonun sıxılma möhkəmliyi əvəzlənməmiş betona nisbətən artır. Ən üstün nəticə sementin 10%-i tullantı şüşə tozu ilə əvəz olunduqda müşahidə olunmuşdur.
2. Müşahidə olunmuşdur ki, sementin 10%, 15 % və 20%-i tullantı şüşə tozu ilə əvəz edildikdə əyilmədə və dartılmada möhkəmlik həddi ənənəvi betonla müqayisədə artır. Lakin şüşə tozu ilə daha çox əvəzlənmə (25%) dartılmada möhkəmlik həddinin azalmasına səbəb olur.
3. Şüşə ilə sementin əvəzlənməsi bütün hallarda betonun suudma qabiliyyətini azaldır. 0,5 su/b nisbəti bütün betonlar üçün daha effektiv seçilmişdir, bu nisbətin azalması (0,4) zamanı 1,5 % plastikləşdirici istehlakı sementin sementin işlənməsində yaxşı nəticələrə səbəb olmuşdur. Ümumilikdə sementin 10%-nin şüşə tozu ilə əvəz edilməsi bütün sınaqlarda müsbət nəticələr göstərmişdir.
4. Müəyyən edilmişdir ki, şüşəbetonun yoxlanmış xassələri (möhkəmlik testləri, suudma, plastiklik və betonun yığılması) C25/30 (B30) markalı betonun xassələrinə uyğundur.
5. Araşdırmalar göstərir ki, yapışdırıcı materialın şüşə tullantıları tozu ilə əvəzlənməsi nəticəsində betonda əmələ gələn üstünlüklər betonun hər tonu üçün sement istehsalı xərclərini 14%-ə qədər azalda bilər. Bundan əlavə, şüşə tozu ilə hazırlanmış beton

istehsalında, hər ton sementə görə CO_2 emissiyasının azalması təmin olunur. Bu isə ekoloji mühitə töhfədir.

Литература

1. J. Liu, L. Yu and M. Deng . Effect of LiNO3 on Expansion of Alkali–Silica Reaction in Rock Prisms and Concrete Microbars. *Prepared by Sandstone Materials* 2019, 12, 1150; doi:10.3390/ma12071150
2. G.M. Sadiqul Islam, M.H. Rahman, Nayem Kazi. Waste glass powder as partial replacement of cement for sustainable concrete practice. *International Journal of Sustainable Built Environment*. 2017, Vol. 6, pp. 37-44. https://doi.org/10.1016/j.ijsbe.2016.10.005
3. Wang, L.P; Tseng, P.W; Huang, K.J; Chen, Y.J. Production of foam glass from bottle glass waste using silicon waste from cutting loose abrasive sludge as a foaming agent. *Constr. Build. Mater.* **2023**, *383*, 131344. DOI:10.1016/j.conbuildmat.2023.131344
4. Rashad AM. Recycled waste glass as fine aggregate replacement in cementitious materials based on Portland cement. *Constr Build Mater*.2014. vol.72.pp.340–357. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.08.092;
5. Bouchikhi A, Benzerzour M, Abriak NE, Maherzi W, Mamindy P. Y. Study of the impact of waste glasses types on pozzolanic activity of cementitious matrix. *Constr Build Mater.* 2019, 197, 626–640. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.11.180;
6. F.Andreola, I. Lancellotti, C. Leonelli, L. Barbieri. Recycling of industrial wastes in ceramic manufacturing: State of art and glass case studies. *Ceramics International.* 2016, 42(12). DOI:10.1016/j.ceramint.2016.05.205
7. И.Д.Коноров, А.М. Мохаммед Ибрахим Использование отходов стекла в качестве частичной замены вяжущего в бетоне. *Экономика строительства.* 2023, №11, Сс.183-191
8. Добромыслов СС, Задов ВЕ, Назиров РА, Шакирова ВА, Воронин АС, Симунин ММ, Фадеев ЮВ, Молокеев МС, Шабанова КА, Хартов С.В. Высокопрочный строительный материал на основе стеклобетона вяжущего, полученного методом механической активации. *Здания*. 2023 год; 13(8):1992. https://doi.org/10.3390/buildings13081992
9. Хо, Л.С.; Хюинх, Т.Р. Recycled waste medical glass as a fine aggregate replacement in low environmental impact concrete: Effects on long-term strength and durability performance.*J. Clean. Prod.* 2022, Vol.368, 133144.
10. Бондаренко Н.И., Басов В.О., Даценко А.О. Разработка составов вяжущих с использованием стеклоотходов. *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2022. № 1. сс. 83–89. DOI: 10.34031/2071-7318-2021-7-1-83-89.
11. M.S. Imbabi et al. Trends and developments in green cement and concrete technology. *Intern. J. Sustain. Built Environ*. 2012, Vol.1, pp.194–216. https://doi.org/10.1016/j.ijsbe.2013.05.001.

OBTAINING GLASS CONCRETE AND RESEARCH OF ITS PROPERTIES

[1]Jafarova N. A. [0000-0001-5669-6631], [2]Yunsurlu F.V. [0009-0006-0558-4748], [3]Sadigova M.Y.

1 - Associate Professor, Department of Chemistry and Technology of Inorganic Substances, ASOIU, Baku, Azerbaijan

2- Master, Department of Chemistry and Technology of Inorganic Substances, ASOIU, Baku, Azerbaijan

3- Laboratory Assistant, Department of Chemistry and Technology of Inorganic Substances, ASOIU,

Baku, Azerbaijan

Abstract. The use of glass waste in concrete opens new horizons for green construction by reducing the negative environmental impact of waste. It has been determined that glass waste can replace a portion of the coarse aggregate, fine aggregate, and binder in the concrete mix. The pozzolanic characteristics resulting from the dispersion of glass affect the adhesion of glass powder to cement. This research is dedicated to studying the properties of concrete made by replacing 10-25% by weight of cement with glass powder. Crushed limestone gravel was used as the coarse aggregate, and construction sand was used as the fine aggregate. To improve the technical properties of the concrete mix, a plasticizer (0-1,5%) was used. For comparison, control concrete was prepared using 100% cement binder. Concrete samples were prepared from glass concrete by replacing 10%, 15%, 20%, and 25% of cement with glass powder at the same water-to-cement ratio, and test samples were subjected to testing. It was determined that the prepared glass concrete had rapid setting, resistance to aggressive environments, and relatively low water demand. The results show that after 28 days of curing, glass concrete made with recycled glass powder demonstrates superior durability results compared to control samples, and over time, the compressive strength limit increases. This is explained by the fact that reactions between glass powder and cement lead to the formation of more cement binder. The samples made by replacing 10%, 15%, 20%, and 25% of cement with glass powder showed the highest compressive strength after 90 day (the concrete sample made with 20% cement replacement showed the highest result). Thus, the research showed that replacing 10% of cement with waste glass is more cost-effective for outdoor construction work. Such cement has higher compressive strength at 28 and 90 days of curing, requires less superplasticizer, has lower water demand, thermal durability, rapid setting, high durability, longevity, corrosion resistance, and lower production costs. Additionally, the widespread use of glass waste in concrete will help reduce the production cost of concrete products, decrease the load on landfills, and protect the environmental ecosystem.

Keywords: waste glass, recycling, cement substitute, durability, modified concrete

ПОЛУЧЕНИЕ СТЕКЛОБЕТОНА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО СВОЙСТВ

[1]Джафарова Н.А. [0000-0001-5669-6631], [2]Юнсурлу Ф.В. [0009-0006-0558-4748], [3]Садыхова М.Ю.

1 - доцент кафедры химии и технологии неорганических веществ АГУНП, Баку, Азербайджан
2- Магистр, Кафедра химии и технологии неорганических веществ, АГУНП, Баку, Азербайджан
3- Лаборант кафедры химии и технологии неорганических веществ АГУНП, Баку, Азербайджан

Аннотация. Использование стеклянных отходов в бетоне открывает новые горизонты для зеленого строительства, снижая негативное воздействие отходов на окружающую среду. Настоящее исследование посвящено изучению свойств бетона, изготовленного с заменой 10-25% массы цемента стеклянным порошком. В качестве крупного заполнителя использовался щебень известняковой породы, а в качестве мелкого — строительный песок. Для улучшения технических характеристик бетонной смеси был использован пластификатор (0-1,5%). Для сравнения был приготовлен контрольный бетон с использованием 100% цементного вяжущего. Были подготовлены образцы бетона с заменой 10%, 15%, 20% и 25% цемента стеклянной пудрой при одинаковом соотношении воды и цемента, и проведены испытания. Установлено, что приготовленный стеклобетон обладает свойствами быстротвердеющим, стойкостью к агрессивным средам и

относительно низким водопотреблением. Результаты показали, что через 28 дней твердения стеклобетон, изготовленный с переработанной стеклянной пудрой, демонстрирует лучшие результаты по долговечности по сравнению с контрольными образцами, и со временем предел прочности на сжатие увеличивается. Образцы, изготовленные с заменой 10%, 15%, 20% и 25% цемента стеклянным порошком, показали наибольшую прочность на сжатие через 90 дней (образец бетона с заменой 20% цемента показал наилучший результат через год). Таким образом, исследования показали, что замена 10% цемента на стеклянные отходы более выгодна для наружных строительных работ. Такой цемент имеет более высокую прочность на сжатие через 28 и 90 дней твердения, имеет меньшую потребность в воде, быстрое твердение, высокую стойкость, долговечность и более низкую стоимость производства. Кроме того, широкое использование стеклянных отходов в бетоне поможет снизить стоимость производства бетонных изделий, уменьшить нагрузку на полигоны и защитить экологическую среду.
Ключевые слова: отходы стекла, переработка, заменитель цемента, долговечность, модифицированный бетон
Cəfərova Nahidə Əli qızı *0000-0001-5669-6631*, dosent , Kimya və Qeyri-üzvi maddələrin texnologiyası kafedrası, ADNSU, Bakı şəh., Azərbaycan
Yunsurlu Fidan Vüqar qızı *0009-0006-0558-4748*, magistr, Kimya və Qeyri-üzvi maddələrin texnologiyası kafedrası, ADNSU, Bakı şəh., Azərbaycan
Sadıqova Mehparə Yunis qızı-- laborant, Kimya və Qeyri-üzvi maddələrin texnologiyası kafedrası, ADNSU, Bakı şəh., Azərbaycan

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0628

COMPOSITES OBTAINED BASED ON THE MIXTURE OF BUTADIENE-NITRILE RUBBER WITH BIOPOLYMERS

İ.H.Mövlayev[1], A.F.Məmmədova[2], A.Miriyeva[3]

1,2,3 Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan
1 http://orcid.org/0000-0001-6241-9892
2 http://orcid.org/0000-0002-1938-1320
3http://orcid.org/ 0009-0000-8661-1440

ABSTRACT

Composites were prepared by mechanically mixing butadiene-nitrile rubber (NBR) with wood resin in various ratios (2, 4, 6, 8, 10 mass parts). The rheological properties of these composites, such as their flow behavior under different temperatures (100, 130, 150, 175°C) and stresses (G1 = 11.75 kg, G2 = 20.85 kg, G3 = 26.85 kg, G4 = 34.85 kg), were extensively studied using the IIRT-5 device. Based on these investigations, the optimal composition, processing temperature, and stress conditions were determined.

The physical-mechanical properties of composites obtained from the mixture of butadiene-nitrile rubber with biopolymer wood resin were analyzed. It was found that the addition of 2-4 mass parts of wood resin improves the tensile strength, as well as the conditional strength at 100% and 300% elongation of the composite.

The research demonstrated that the modification of butadiene-nitrile rubber with biopolymers significantly improves the composites' resistance to tearing, wear, fatigue under repeated deformation, and heat aging. Based on these findings, the modification of NBR allows for the production of stronger, more elastic, and environmentally suitable materials, which can be utilized in various industries for the manufacture of durable and functional products.

Overall, BNK composites with 10-15% wood resin content yielded the best mechanical and thermal properties. Although higher resin content increased the material's hardness, it led to brittleness. The vulcanization process improved the overall durability and mechanical performance of the composites.

Keywords: butadiene-nitrile rubber, biopolymer, wood resin, composite materials, rheological properties, mechanical properties, vulcanization

Introduction

In recent years, the development of composite materials has gained significant attention due to their enhanced mechanical, thermal, and environmental properties compared to traditional materials. Among these, the modification of synthetic rubbers, such as butadiene-nitrile rubber (BNR), with biopolymers offers a promising pathway to produce more sustainable and high-performance composites. Butadiene-nitrile rubber, known for its excellent oil and chemical resistance, has traditionally been used in a variety of industrial applications. However, as the demand for eco-friendly materials grows, researchers are exploring ways to improve the properties of BNR by incorporating renewable and biodegradable substances.

Wood resin, a natural biopolymer, is one such promising material that can be used to modify BNR. By combining these two components in varying ratios, it is possible to create composites with enhanced properties, such as improved strength, elasticity, and resistance to environmental factors. The goal of this research is to investigate the rheological, mechanical, and thermal properties of composites made from BNR and wood resin, and to determine the optimal composition and processing conditions that lead to the best performance.

This study also aims to explore the potential of these modified composites in various industrial sectors, such as automotive, packaging, and construction, where there is an increasing need for materials that offer both durability and environmental sustainability. By understanding the impact of different wood resin content and processing conditions on the final properties of BNR composites, this research contributes to the advancement of eco-friendly composite materials with superior performance characteristics [1].

Metods

Materials: Butadiene-nitrile rubber (NBR) and wood resin were used as the primary raw materials for composite preparation. The NBR was obtained in standard industrial form, while the wood resin was sourced as a biopolymer additive. The materials were mixed in various ratios (2, 4, 6, 8, 10 mass parts of wood resin per 100 parts of NBR) to study their influence on the composite properties.

Preparation of Composites: The composites were prepared by mechanically mixing NBR with wood resin using a two-roll mill. The mixing process ensured uniform distribution of the resin within the rubber matrix. The mixed compounds were then processed into sheets of uniform thickness and subsequently subjected to vulcanization to enhance their mechanical properties.

Rheological Testing. The flow behavior of the composites was studied using an IIRT-5 device at different temperatures (100, 130, 150, 175°C) and under varying stress conditions (G1 = 11.75 kg, G2 = 20.85 kg, G3 = 26.85 kg, G4 = 34.85 kg). The rheological characteristics, including viscosity and flow rate, were recorded to determine the optimal processing conditions.

Mechanical Property Evaluation: Tle Strength and Elongation Tests: Conducted using a universal testing machine to evaluate tensile strength and conditional strength at 100% and 300% elongation.

Tear and Wear Resistance: Measured through cyclic stress tests to assess the composite's durability under mechanical loading.

Fatigue and Heat Aging Resistance: Samples were subjected to repeated deformation cycles and high-temperature exposure to determine their performance under long-term usage conditions.

Optimization of Composite Properties: Based on the experimental results, the optimal composition of NBR-wood resin composites was identified. Composites containing 10-15% wood resin demonstrated superior mechanical and thermal properties. However, an increase in resin content beyond this range resulted in increased hardness but also led to brittleness.

Vulcanization:The prepared composite sheets underwent a vulcanization process under controlled temperature and pressure conditions. Vulcanization improved the overall durability, elasticity, and mechanical performance of the composites, making them suitable for industrial applications.

It looks like you are dealing with a rheological and mechanical analysis of butadiene-nitrile rubber (NBR) composites modified with wood resin. The graphical notation you provided—LOG Ӯ, 1/SAN vs. LOG Ţ, PA at 110°C—suggests a logarithmic relationship

between shear stress (Ţ) and viscosity-related parameters (Ȳ, 1/SAN) (Fig.1.), which is likely derived from experimental data.

This type of graph is commonly used in rheology to analyze:

Flow behavior (shear-thinning, Newtonian, or shear-thickening behavior)

Viscosity characteristics at different shear rates

Influence of temperature and filler concentration on the composite's deformation resistance

Based on your research, the inclusion of 2-4 mass parts of wood resin enhances tensile strength and elongation properties, while 10-15% wood resin yields the best mechanical and thermal balance. However, higher wood resin content leads to increased brittleness, which is typical for rigid fillers in elastomer matrices.

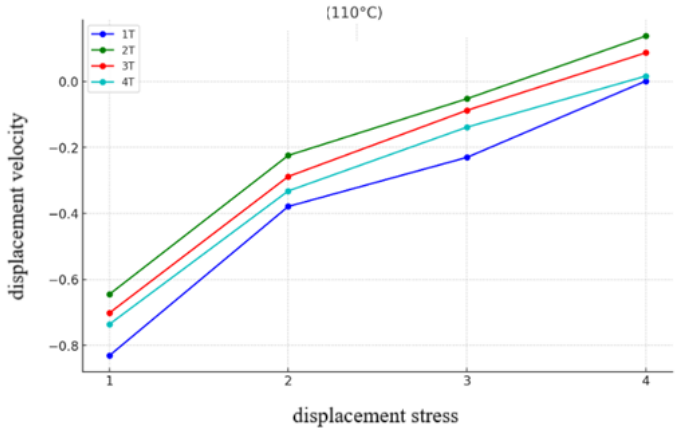


Figure 1. Dependence of displacement velocity on displacement stress (110^0C)

Result

The results from your study indicate the following key findings regarding the dependence of displacement velocity on displacement stress at 110°C:

1. Rheological Behavior of NBR-Wood Resin Composites

The logarithmic dependence of displacement velocity (Ȳ) on displacement stress (Ţ) suggests a non-Newtonian flow behavior.

2. Influence of Wood Resin Content

At low wood resin concentrations (2-4 mass parts):

The composite exhibits a more elastic and flexible nature.

Lower viscosity allows for easier deformation under stress.

Increased tensile strength and elongation at break.

At higher wood resin concentrations (10-15 mass parts):

The material shows higher resistance to deformation due to increased filler-matrix interactions. Displacement velocity decreases as the composite becomes more rigid. Hardness increases, but brittleness also becomes more pronounced.

3. Effect of Temperature (110°C) on Flow Properties

Since 110°C is above the glass transition temperature (Tg) of NBR, the material behaves in a rubbery state, allowing significant deformation.

Increased stress leads to higher displacement velocity, but higher wood resin content restricts

molecular mobility, resulting in strain hardening at higher stress levels.

4. Practical Implications

The optimal composition for balancing mechanical strength and flexibility is 2-4 mass parts of wood resin.

10-15% wood resin content enhances thermal and mechanical durability, but may require additional plasticizers or process modifications to avoid brittleness.

These findings confirm that NBR composites modified with wood resin can be effectively used in high-performance applications requiring improved resistance to tearing, fatigue, and heat aging.

References

1. Sh.M.Mammadov, G.A.Mammadova, R.F.Khankishieva, F.A.Amirov, G.G.Azizova, I.G.Movlaev, J.Sh.Mammadov. Properties of vulcanizates based on nitrile butadiene rubber in the occurrence of halomethyl-containing compounds, Functional Materials, 30, No.3 (2023), p. 393-397

2. Amirli F.A., Movlayev I.H., Mammadova A.F. Study of the rheology properties of the mixture of terminal ethylene-propylene rubber with benzynamine-modified phenol-formaldehyde oligomer. PPOR,Vol. 26, No. 1, 2025, pp.229-239
https://doi.org/10.62972/1726-4685.2025.1.229
ISSN:print -1726-4685; online -2519-2876

3. Sh.M.Mammadov, G.A.Mammadova, R.F.Khankishieva, F.A.Amirov, G.G.Azizova, I.G.Movlaev, J.Sh.Mammadov Investigation of the rheological structural parameters of a network of NBR-based vulcanizates with theparticipation of chlorine-containing, Journal of new technology and Materials, Vol 13, ISSUE 1,2023,70-74

4. Г.Г.Азизова, С.С.Машаева, Ф.А.Амирова, И.Г.Мовлаев, Г.А.Мамедова, Д.Ш.Мамедов, С.А.Валиева, Ш.М.Мамедов. Свойства вулканизатов на основе бутадиен-нитрильного каучука в присутствии галогенметил содержащих соединений, Journal of Baku Engineering University Mechanıcal And Industrıal Engıneerıng, Vol.6 №2,2022

5. Movlayev I.G., Guliyeva T.A., Mammadova A.F. Studying the rheological properties of ternary ethylene-propylene and copolymer modified with polybutadiene-styrene. The 22th International scientific and practical conference "Modern theories and improvement of world methods", June 06-09, 2023, Helsinki, Finland. International Science Group, 2023, 543 p.

6. Г.Г.Азизова, Амиров Ф.А., Мовлаев И.Г., Мамедова Г. А., Ханкишиева Р.Ф., Мамедов Ш.М. Исследование особенности вулканизации и характера вулканизационных структур бутадиен-нитрильного каучука, Sumqayit Dövlət Universiteti Elmi Xəbərlər, Təbiət və texniki elmlər bölməsi, Cild 23, № 3, 2023

7. Amirli F.A., Movlayev I.H., Aliyeva G.A., Mammadova A.F. Compositions based on modified and filled epoxy oligomer. PPOR, Vol. 24, No. 4, 2023, pp. 689-696
https://ppor.az/index.php/ppor/article/view/295/259

8. Movlayev I.G., Mammadova A.F. Determination of the main parameters of the modified epoxide oligomer. International Science Group. International Science Journal of Engineering & Agriculture, 2024, Vol.3, No.6, pp.95-100

9. Amirli F.A., Movlayev İ.H. Compositions based on modified epoxy oligomer. Processes of Petrochemistry and Oil Refining, PPOR, №3, 2024, pp.786-792
https://doi.org/10.62972/1726-4685.2024.3.786

10. Shiraz Mammadov, Gunel Mammadova, Rana Khankishiyeva, Gunel Azizova, İbrahim

Movlayev, Jovdat Mammadov. The effect of composition and structure of nbr-based elastomer blends in the vulcanization process andstudy of their aging by exposure to heat and radiation, Chemıstry &Amp; Chemıcal Technology,Vol. 17, 2023, No. 4, pp. 829–835

КОМПОЗИТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ НА ОСНОВЕ СМЕСИ БУТАДИЕН-НИТРИЛОВОГО РУББЕРА С БИОПОЛИМЕРАМИ

И.Х. Мовлаев[1], А.Ф. Мамедова[2], А. Мириева[3]

[1,2,3] Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан

1 http://orcid.org/0000-0001-6241-9892

2 http://orocid.org/0000-0002-1938-1320

3 http://orcid.org/0009-0000-8661-1440

РЕЗЮМЕ

Композиционные материалы были приготовлены механическим смешиванием бутадиен-нитрилового каучука (NBR) с древесной смолой в различных пропорциях (2, 4, 6, 8, 10 масс. частей). Релологические свойства этих композитов, такие как их поведение при различных температурах (100, 130, 150, 175°C) и напряжениях (G1 = 11,75 кг, G2 = 20,85 кг, G3 = 26,85 кг, G4 = 34,85 кг), были подробно исследованы с использованием устройства IIRT-5. На основе этих исследований были определены оптимальный состав, температура обработки и условия напряжения.

Физико-механические свойства композитов, полученных из смеси бутадиен-нитрилового каучука с биополимерной древесной смолой, были проанализированы. Было установлено, что добавление 2-4 масс. частей древесной смолы улучшает прочность на растяжение, а также условную прочность при 100% и 300% удлинении композита.

Исследования показали, что модификация бутадиен-нитрилового каучука биополимерами значительно улучшает сопротивление композитов к разрыву, износу, усталости при повторных деформациях и термоостареванию. На основе этих выводов модификация NBR позволяет производить более прочные, эластичные и экологически пригодные материалы, которые могут быть использованы в различных отраслях для производства долговечных и функциональных продуктов.

В целом, композиты BNK с содержанием древесной смолы 10-15% показывают лучшие механические и тепловые свойства. Хотя более высокое содержание смолы увеличивало жесткость материала, это приводило к его хрупкости. Процесс вулканизации улучшил общую долговечность и механические характеристики композитов.

Ключевые слова: *бутадиен-нитриловый каучук, биополимер, древесная смола, композиционные материалы, релологические свойства, механические свойства, вулканизация*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0633

PREPARATION AND INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF COMPOSITIONS BASED ON TERPOLYMER OF ETHYLIDENE-NORBORNENE MODIFIED WITH HEAVY PYROLYSIS RESIN

Sh.Z. Goyushov, I.G.Movlayev, Z.H. Gadirova

0000-0001-9828-9524
http://orcid.org/0000-0001-6241-9892
0009-0007-8189-7305]
Azerbaijan State Oil and Industry University, Azadliq 20
E-mail: shahin.shg@gmail.com

Abstract

Ethylidene-norbornene terpolymer is widely used as a primary raw material in the cable industry for insulation materials, in the footwear industry, as well as in the production of ozone-resistant and dielectric products of industrial significance. Compositions based on ethylidene-norbornene terpolymer are produced in different grades depending on their viscosity. The increasing demand for such compositions is primarily due to their numerous advantages, including the low cost of the raw materials used in their production. However, the terpolymer also has several drawbacks. These include difficulties in combining it with other rubbers, weak adhesion to various metals, and other disadvantages, which limit the range of applications for compositions based on this terpolymer.

With the rapid advancement of scientific and technical progress in our country, the production of rubbers with efficient industrial applications and economic benefits is increasing. Therefore, addressing the shortcomings of these rubbers through the development of cost-effective modifiers remains a priority. The use of low-cost raw materials, primarily by-products and waste materials, in the production of such modifiers enhances the economic efficiency of the resulting compositions.

In this research, heavy pyrolysis resin has been purposefully utilized as a modifier to eliminate the negative properties of compositions based on ethylidene-norbornene terpolymer. Heavy pyrolysis resin is a by-product formed in the EP-300 unit of SOCAR's Azerkimya Production Association, accounting for 4–6% of the main product. The composition of this resin is highly unique and complex. However, due to the lack of efficient utilization, large quantities of this by-product accumulate as waste. Given these considerations, the resin was analyzed, its component composition was studied, and, based on the principle of comprehensive raw material utilization, it was applied as a modifier in the preparation of composite materials. The properties of the prepared composites were comparatively analyzed and studied. The use of valuable components within the resin as a modifier, as well as the purposeful utilization of this waste material, highlights the ecological and economic significance of the research. The properties of the prepared composites were investigated through comparative analysis.

Keywords: heavy pyrolysis resin, ethylidene norbornene terpolymer, modifier, composite materials, vulcanization, SOCAR EP-300 unit, keltan.

Ağır piroliz qatranı ilə modifikasiya olunmuş üçlü etiliden-norborden sopolimeri əsasında kompozisiyaların hazırlanması və xassələrinin tədqiqi.

Ş.Z.Göyüşov [0000-0001-9828-9524], **Z.H.Qədirova** [0009-0007-8189-7305]
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Azadlıq 20
e-mail: shahin.shg@gmail.com

XÜLASƏ

Etiliden-norborden sopolimeri kabel sənayesində izolyasiya materialı,ozona qarşı davamlı, dielektrik,ayaqqabı sənayesi və eləcə də digər sənaye əhəmiyyətli məhsulların hazırlanmasında əsas xammal kimi istifadə olunur.Etiliden-norborden sopolimeri əsasında hazırlanmış kompozisiyalar özlülüyünə görə müxtəlif markalar şəklində hasil edilir. Bu cür kompozisiyalara tələbatın artmasına əsas səbəb, onun bir çox müsbət cəhətlərinin o cümlədən,alınması üçün istifadə olunan xammal mənbəyinin ucuz olmasıdır.Bundan başqa etiliden-norborden sopolimerinin bir sıra çatışmayan cəhətləri də mövcuddur. Belə ki, həmin sopolimerin digər kauçuklarla birgə istifadə edilməsinin çətinliyi, müxtəlif metallarla əlaqənin zəif olması və digər mənfi cəhətlərinə görə onun əsasında hazırlanmış kompozisiyaların istifadə sahəsi geniş deyil. Respublikamızda elmi-texniki tərəqqinin sürətlə inkişafı səmərəli istehsal sahəsinə malik olan və iqtisadi cəhətdən əlverişli sayılan kauçukların istehsalının artmasına gətirib çıxarır.Elə bu səbəbdən də sözügedən kauçukların çatışmayan cəhətlərinin aradan qaldırılması üçün ucuz əldə edilən modifikatorların hazırlanması hələ də prioritet məsələlərdəndir.Bu istiqamətdə istifadə edilən modifikatorların əldə edilməsi üçün ucuz başa gələn və əsasən yan məhsullardan və yaxud da tullantılardan xammal kimi istifadə edilməsi alınmış kompozisiyaların iqtisadi səmərəliliyini təmin edir.

Tədqiqat işində ağır piroliz qatranından məqsədyönlü istifadə edilərək etiliden-norborden sopolimeri əsasında hazırlanmış kompozisiyaların mənfi xüsusiyyətlərinin aradan qaldırılmasında modifikator kimi istifadəsinə diqqət yetirilmişdir.Ağır piroliz qatranı SOCAR-ın Azərkimya İstehsalat Birliyinin nəzdindəki EP-300 qurğusunda yan məhsul kimi əmələ gəlr ki, bu da əsas məhsulun 4-6 faizini təşkil edir.Əmələ gələn qatranın tərkibi olduqca unikal və mürəkkəbdir.Buna baxmayaraq əmələ gəlmiş yan məhsul səmərəli istifadə edilmədiyinə görə çoxtonnajlı tullantılar şəklində yığılaraq qalmaqdadır.Qeyd edilənlər nəzərə alınaraq qatran tədqiq edilərək onun komponent tərkibi öyrənilmiş və xammaldan kompleks istifadə prinsipinə əsaslanaraq kompozitlərin hazırlanmasında modifikator kimi istifadə edilmişdir.Hazırlanmış kompozitlərin xassələri müqayisəli şəkildə araşdırılaraq öyrənilmişdir.Əsasən də qatranın tərkibində olan qiymətli məhsullardan istifadə edilərək onun modifikator kimi tətbiq edilməsi, həmçinin tullantı kimi istifadəsiz qalan qatrandan məqsədyönlü istifadə edilməsi tədqiqat işinin ekoloji və iqtisadi cəhətdən önəmli olduğunu əks etdirir.Hazırlanmış kompozitlərin xassələri müqayisəli şəkildə araşdırılaraq öyrənilmişdir.

Açar sözlər: ağır piroliz qatranı, etiliden norborden sopolimeri, modifikator, kompozit materiallar, vulkanizasiya, SOCAR EP-300 qurğusu, keltan.

Giriş

Respublikamızda çox sayda üzvi maddələr və polimer materiallar istehsal olunur.Bu məhsulların istehsalı zamanı ucuz və yerli xammalların istifadəsi mühüm məsələlərdəndir. Ölkəmiz zəngin karbohidrogen ehtiyatlarına malik olduğundan bir çox məhsulların istehsalında

xammal olaraq neftdən əldə edilən məhsulların istifadə olunması məlumdur.SOCAR-ın nəzdindəki Heydər Əliyev adına Neft Emalı Zavodunda aşağı keyfiyyətli benzin alınır və həmin benzindən də SOCAR-ın nəzdində hal-hazırda fəaliyyət göstərən EP-300 qurğusunda həyata keçirilən piroliz prosesində xammal olaraq istifadə edilir.

Xalq təsərrüfatında istifadə sahəsinə görə geniş vüsət alan kompozit materiallara olan tələbatın günü-gündən artması, həmin materialların keyfiyyətinin daha da yaxşılaşdırılması üçün lazım olan modifikatorların əldə edilməsi maraq doğurur.Bundan başqa etiliden-norbarden sopolimerinin əsasında hazırlanmış kompozisiyalarının istifadə sahəsini genişləndirmək üçün EP-300 qurğusunda əlavə məhsul kimi əmələ gələn ağır piroliz qatranından modifikator kimi istifadə edilmişdir [4,7,8]. Elə bu səbəbdən də yan məhsul sayılan ağır piroliz qatranından modifikator kimi istifadə olunması kompozitin çatışmayan cəhətlərindən olan metallarla əlaqəsinin pis olması, başqa kauçuklarla birgə istifadə oluna bilməməsi və istifadə sahələrinə mənfi təsir göstərən başqa xassələrinin də aradan qaldırılması təmin edilərək etiliden-norbarden sopolimerinin tətbiq sahələrinin genişlənməsinə təkan vermiş olur[10-15].

Məqsəd

Tədqiqat işinin əsas məqsədi, iqtisadi cəhətdən əlverişli istehsal sahəsinə malik olan etiliden- norbarden sopolimerinin əsasında hazırlanmış kompozisiyaların bəzi mənfi xassələrini yaxşılaşdırmaq üşün iqtisadi və ekoloji cəhətdən səmərəli modifikatorların seçilərək istifadə edilməsidir. Səmərəli və çoxfunksiyalı modifikatorun seçilməsi üçün EP-300 qurğusunun yan məhsulu olan piroliz prosesinin maye məhsullarından sayılan ağır piroliz qatranının tədqiq edilərək tərkibi öyrənilməsi və sözügedən kompozisiyaların xassələrinin yaxşılaşdırılmasında modifikator kimi tətbiq edilməsinin həyata keçirilməsi qarşıya məqsəd olaraq qoyulmuşdur.Bundan başqa etiliden-norborden əsasında hazırlanmış kompozisiyaların çatışmayan cəhətlərindən olan metallarla əlaqə möhkəmliyinin pis olması, digər kauçuklarla uyğunlaşmaması aradan qaldırılaraq tətbiq sahəsinin genişlənməsi qarşıya qoyulmuşdur.

Metodlar

Ağır piroliz qatranının tədqiqi

Sumqayıt şəhəri Etilen-polietilen zavodundakı EP-300 qurğusunun kub qalığı sayılan ağır piroliz qatranı klassik Makusson üsuluna əsasən Sokslet qurğusunda tədqiq edilmişdir.Tədqiqat üsulu aşağıdakı kimi aparılmışdır:[1]

50 qram qatran 0.5l qaynama temperaturu 40-80 °C olan petroleyn efirində həll edilərək 24 saat qaranlıqda sabit halda saxlanıldıqdan sonra filtr kağızından süzülür. Bu zaman filtr kağızında karben-karboidlər və asfaltenlər (1), məhlulda isə efirlə birlikdə politsiklik yağlar və xüsusi qatranlar qalır [3,6].Yağ-qatran qarışığı Sokslet qurğusunda nazik sifon borudan şəffaf məhsul axanadək petroleyn efirində ekstraksiya edilir ki, bu zaman xüsusi qatranların Soksletdə olan silikogelə hopması təmin edilir. Silikogeldə qalmış xüsusi qatranlar eyni üsulla 1:4 nisbətində spirt-benzol qarışığında 30 dəqiqə ərzində ekstraksiya edilir. Nəticədə yağlar soksletdə olan efirdə (2), xüsusi qatranlar isə spirt-benzol məhlulunda (3) qalır. Sonra filtr kağızındakı asfaltenlər və karben-karboid qarışığı üzərinə qaynar benzol əlavə edilir və asfaltenlər benzol tərkibinə keçir (4), karben-karboidlər isə filtr kağızında (4) qalır. Nəhayət hər 1, 2 və 3-cü məhlullar distillə olunur. Qalan komponentlər və filtr kağızında qalmış karben-karboidlər (4) 0,00001 qram dəqiqliklə çəkilərək material balansı hesablanır.

Ağır piroliz qatranının komponent tərkibi Cədvəl 1-də göstərilmişdir.

Cədvəl 1. Ağır piroliz qatranının komponent tərkibi

50 q APQ-nın komponentləri	Miqdar	
	q	*%*
Yağlar	37,905	75,81
Xüsusi qatranlar	6,4267	12,8534
Asfaltenlər	4,6425	9,285
Karben-karboidlər	0,00012	0,00024
Cəm	48,97432	97,94864
İtki	1,02568	2,05136

Cədvəldə verilənlərdən belə nəticəyə gəlmək olar ki, xüsusi qatranlar və yağların yan məhsulda miqdarının çox olması [3,9] kompozitin bircinsli sistem olunmasını asanlaşdırır.Bu da öz növbəsində plastifikasiya prosesinin tez başa çatmasına səbəb olur.

Keltan əsasında kompozitin hazırlanması

Keltanın özlülüyü yüksək olduğundan onun emal prosesi çətinləşir. Buna görə kompozitə müxtəlif nisbətlərdə APQ verməklə kompozitin özlülüyü aşağı düşərək yumşalır ki, bu da emal prosesinin asanlaşmasına gətirib çıxarır.

Kompozit hazırlanarkən qarışma zamanı sürtünmə nəticəsində temperatur 40-60°C olur ki, bu zaman özlülük daha da aşağı düşür və daxili əlaqələrin zəiləməsi nəticəsində homogen sistemin alınması asanlaşır. Kompozitin hazırlanması üçün porsiyalarla digər komponentlər (tiuram, stearin turşusu və s) hər biri 2-3 dəqiqə qarışdırılaraq sistemə verilir. Sonra modifikator olaraq ağır piroliz qatranı müxtəlif nisbətlərdə əlavə olunur və keltanın özlülüyü daha da aşağı düşərək onun digər komponentlərlə qarışması asanlaşır[11].Texniki karbonun kompozitdə miqdarı çox olduğu üçün o digər komponentlərdən fərqli olaraq, 15 dəqiqə ərzində hissə-hissə qarışdırılaraq verilir.Artıq kompozit hazır olur.Qarışıq homogen vəziyyətə keçdikdən sonra sonda kükürd verilir.Proses təqribən 30 dəqiqəyə başa çatır ki, sonda 2-2.5 mm qalınlığında lay şəklində hazır kompozit material vərdənədə toplanaraq ayrılır.Vərdənə qızdırıcı ilə təchiz edilərsə, proses tez başa çatar.[2,3,5]

Cədvəl 2-də keltan əsasında hazırlanmış kompozisiyalara modifikator olaraq ağır piroliz qatranının müxtəlif nisbətlərdə əlavə edilməsi göstərilib.

Cədvəl 2. Keltan markalı üçlü etiliden-norborden sopolimerinin APQ ilə qarışığı əsasında hazırlanmış kompozitlərin müqayisəsi

N:	**Qarışığın şifri** / **Komponentlər**	1	2	3	4	5	6
1	***Keltan 9650Q***	100	100	100	100	100	100
2	***APQ***	-	2,0	4,0	6,0	8,0	10
3	***Stearin turşusu***	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
4	***Tiuram***	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
5	***Raptaks***	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
6	***ZnO***	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
7	***Texniki karbon***	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
8	***Kükürd***	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	Cəmi	110	112	114	116	118	120

Hazır kompozitlər 4; 6; 8 saat saxlanıldıqdan sonra istehsal müəssisəsinə vulkanlaşmaya göndərilir.Vulkanlaşma 155°C temperaturda, 30 dəqiqə, 6-8 atmosfer təzyiqində həyata keçirilir.Vulkanlaşmanın məqsədi proses zamanı molekuldaxili tikilmə getdiyi üçün kompozitin plastik haldan elastiki hala keçməsidir.Keltan əsasında hazırlanmış kompozit materiallar vulkanlaşdırıldıqdan sonra tədqiq edilərək alınmış nəticələr cədvəl 3-də öz əksini tapır.

Cədvəl 3. Vulkanizasiyadan sonra APQ-nin keltan əsasında kompozisiyaların fiziki-mexaniki xassələrinə təsiri

	Qarışığın şifri / Göstəricilər	1	2	3	4	5	6
1	Qırılmada möhkəmlik həddi,MPa	21,9	21,6	22,0	21,4	21,0	20,9
2	100% uzanmada şərti gərginlik,MPa	4,2	4,3	4,1	4,0	3,9	3,8
3	300% uzanmada şərti gərginlik,MPa	14,8	15,1	15,0	14,9	14,6	14,0
4	Nisbi uzanma, %	410	430	440	440,5	445,0	450
5	Nisbi qalıq deformasiya,%	13,8	13,9	13,7	13,6	13,2	13,0
6	Cırılmaya müqavimət, kN/m	35,3	36,2	36,9	37,2	36,8	35,2
7	TM-ə üzrə bərklik, ş.v	72,0	72,0	71,2	70,4	70,0	68,9
8	Arxaya sıçrama üzrə elastiklik,%	42,0	42,1	43,0	42,8	41,8	41,0
9	393K temperaturda 100 saat müddətində saxladıqdan sonra istilikdən qocama əmsalları *Fp* üzrə *Ep* üzrə	 0,83 0,44	 0,83 0,45	 0,84 0,46	 0,84 0,47	 0,82 0,49	 0,76 0,50
10	Çoxdəfəli dartılma deformasiyada yorulmaya davamlılıq(Edin=200%, V= 250 dövr/dəq, T=296 K) (min dövr).	1,950	2,190	2,470	2,725	3,195	4,075
11	296K temperaturda 480 saat müddətində şişmə dərəcəsi ,% Benzin	88	88,1	89,2	90,0	91,8	92,0

Cədvəl 3-də göstərilən nəticələrdən belə məlum olur ki, etiliden-norborden sopolimeri əsasında hazırlanmış kompozisiyalara modifikator kimi müxtəlif nisbətlərdə ağır piroliz qatranı əlavə edildikdə onun bir sıra göstəriciləri əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşır ki, bu təqdirdə də etiliden-norborden sopolimerinin tətbiq sahələrinin genişlənməsi təmin edilir.

Nəticə

1.Sumqayıt şəhəri, EP-300 qurğusunda kub qalığı kimi əmələ gələn, hal-hazırda istifadə sahəsi olmayan ağır piroliz qatranından məqsədyönlü şəkildə istifadə olunaraq onun tərkibi tədqiq olunaraq müəyyən edilmişdir.

2. Aparılmış tədqiqat işində etiliden-norborden sopolimeri əsasında hazırlanmış kompozitlərə ağır piroliz qatranı müxtəlif nisbətlərdə modifikator olaraq əlavə edilərək onun homogen sistem halına salınması asanlaşdırılmışdır.

3. Etiliden-norborden sopolimerini modifikasiya etməklə çoxdəfəli deformasiyada yorulmaya

davamlılıq göstəriciləri əhəmiyyətli dərəcədə dəyişərək 1,95-ə qarşı 3,195 olmuşdur.Eyni zamanda cırılmaya müqavimət göstəriciləri də dəyişərək 35,3-ə qarşı 37,2 kN/m olmuşdur.

4.Sözügedən sopolimer əsasında hazırlanmış kompozitlərin başqa kauçuklarla birgə istifadəsi və metallarla əlaqə möhkəmliyi təmin edilmişdir. Nəticə olaraq etiliden-norborden sopolimeri əsasında hazırlanmış kompozitlərin sənayedə tətbiqinə geniş imkan yaranır.

Ədəbiyyat siyahısı

1.Ş.Z.Göyüşov "Neft-kimya istehsalatları qalıqlarından fenantrenin ayrılması və onun əsasında sintezlər" Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri, 2017, vol.9.№1

2. Əmirov F.Ə.Plastik kütlələrin və elastomerlərin emalının nəzəri əsasları.B.:ADNA, 2006, 193s.

3.Goyushov Sh.Z., Hasanli R.Sh. Investigation of properties and based on kompositions of styrenebutadiene rubber modified with choloromethylated heavy pyrolysis resin. Modern sciense İnternational scientific. Moskva. № 04(3), 20. 04.mart, 2020.s.380-384

4.Баженов С.Л. Механика и технология композиционных материалов. М.: Химия, 2014, 325 с.

5.И.Г.Мовлаев Н. И. Курбанова, З. Н. Гусейнова "Модификация бутадиенстирольного эластомера вхлорэтиловым эфиром трихлоруксусной кислоты", Kimya və Neftkimyası 2005 №2.

6.Ш.З. Геюшов "Выделение фенантрена из отходов нефтехимических производств и синтезы на его основе." Ekoenergetika Elmi-Texniki Jurnal. .№1, 2019, стр. 38-42.

7.Баженов С.Л. Механика и технология композиционных материалов. М.: Химия, 2014, 325 с.

8.Ф.М.Садыгов, З.К.Магеррамова, Г.Н.Гаджиев, Н.И.Гейдарлы, Г.Г.Гасанзаде, И.Г.Мамедова, Н.С.Садыгова "Сочетание технологического режима пиролиза и качественного состава тяжелой смолы" Azərbaycan kimya jurnalı №4 2016.

9.Hikmat J.Ibrahimov, Gulnar F.Gasimova, Zemfira M.İbrahimova, Aysha B.Hasanova, Sevine M.Alasgarova, Elvin S.Jafarli, Musa I.Rustamov, Aslan V.Aliyev "The study of dealkylation of alkylnaphthalene in the heavy pyrolyzed tar to naphthalene" Process of petrochemistry and oil-refining, 2017, vol. 18, №3, pp.306-315.

10. Aghamaliyev Z.Z. Production and properties of surface-active compositions based on oxyetized nonylphenol and alkylymidazolines // Processes of Petrochemistry and Oil Refining, Baku. 2021. Vol.22, No. 1, p. 50-57.

11. Ağamalıyev Z.Z. Piroliz prosesinin C_4-fraksiyasının dimerləşmə məhsulları əsasında alınmış p-alkilfenolun aminoetilnonilimidazolinlə qarşılıqlı təsir reaksiyaları. // Naxçıvan Dövlət Universiteti. Elmi əsərlər. Təbiət və tibb elmləri seriyası, Naxçıvan, 2018, №7 (96), s.145-150.

12. Агамалиев З.З. Синтез 2-гидрокси-3-(метилциклоалкил)-5-метил-бензиламиноэтилалкилимидазолинов – антиоксидантов к моторным маслам // Нефтепереработка и нефтехимия, 2018, №8, с.32-35.

13. Rasulov C.G., Aghamaliyev Z.Z., Alakbarova I.A., Gasimova F.I. (2020). Impact reactions of para-cresol with 1 (3)-methylcyclohexanes in a continuously operating pilot device. Processes of petrochemistry and oil-refining, 21(2), 208-215.

14. Aghamaliyev Z.Z., Naghiyeva M.V., Rasulov Ch.K. Synthesis of 2-Hydroxy-3-(Methylcyclo-hexenyl-Isopropyl)-5-Methylbenzylaminoethylnonyl Imidazolines - The Thermostabilizers to Polypropylene // ScientificNet. Publisher in Materials Science & Engineering. Materials Science Forum, Switzerland, 2018, Vol. 935, pp. 155-159.

15. Ağamalıyev, Z.Z. 2-Hidroksi-3-(metiltsikloheksenilizopropil)-5-xlorbenzilaminoetilnonilimidazolinlərin sintezi // Kimya problemləri, – 2018. №2 (16), – s.218-222.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0639

EPOKSİD OLİQOMERİNİN MALEİN ANHİDRİDİ İLƏ MODİFİKASİYASI

Ağayeva Təranə, Məmmədova Aynur, Məmmədova Rəsmiyyə, Abbasova Şəhla

Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan
[1]http://orcid.org/0009-0001-0329-5137
[2]aynur.mammadova@asoiu.edu.az , http://orcid.org/0000-0002-1938-1320
[2]resmiyye.mammadova.e@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0009-0007-8698-8302

Xülasə

Müxtəlif nisbətlərdə malein anhidridi ilə epoksid oliqomerinin (ED-20) 175 temperaturda 22 saat müddətində bərkidilərək alınan kompozisiyaların xassələrinin tədqiqatına əsasən bərkidici olan malein anhidridinin optimal miqdarının 15 k.h. olduğunu müəyyən (qəbul) edirik. Daha sonra epoksid oliqomeri əsasında kompozisiyaların xassələrini yaxşılaşdırmaq məqsədi ilə epoksid oliqomerini müxtəlif nisbətlərdə maye (SKN-18-1) butadien-nitril kauçuku ilə modifikasiya edərək onun əsasında kompozisiyalar alınaraq xassələri tədqiq edilmişdir. Tədqiqat nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, 8.0 k.h. SKN-18-1 ilə modifikasiya olunan kompozisiyanın xassələri daha yaxşıdır. Modifikasiya plunmuş epoksid oliqomeri əsasında kompozisiyanın xassələri, modifikasiya olunmamışa nəzərən aşağıda göstərilən xassələri yaxşılaşmışdır: qırılmada möhkəmlik həddi 25,9 MPa-a qarşı 27,3 MPa, qopartma üzrə metalla əlaqə möhkəmliyi 11,1 MPa-a qarşı 12,4 MPa, arxaya sıçrama üzrə elastiklik 9,1%-ə qarşı 13,3%, modifikasiya olmuş kompozisiyanın gel fraksiyası 91,3% olmuşdur.
Modifikasiya olunmuş epoksid oliqomeri əsasında kompozisiyaların xassələrinin belə yaxşılaşması modifikatorun epoksid oliqomeri ilə qarşılıqlı kimyəvi əlaqədə olması ilə əlaqədardır.

Açar sözlər: epoksid oliqomeri, maye butadien-nitril kauçuku, malein anhidridi, kompozisiya, ekstraksiya, modifikasiya

Giriş

Epoksid əsasında kompozisiyaların alınmasında əsas amillərdən biri bərkidicilərin seçilməsi və keyfiyyətli materialların əldə edilməsidir. Epoksi qrupların yüksək kimyəvi aktivliyi bərkidici kimi üzvi və qeyri-üzvi birləşmələrin bir çox növlərindən istifadə etməyə imkan verir. Bərkidicilərin kimyəvi təbiəti və quruluşu əsasən kimyəvi torun quruluşunu müəyyənləşdirir və yalnız ilkin kompozisiyaların texnoloji xassələrinə deyil, həm də polimerlərin istismar xassələrinə (xüsusiyyətlərinə) təsir göstərir. Epoksid oliqomerinin müxtəlif bərkidicilərindən istifadəsi geniş diapazonda xassələrə malik kompozisiyalar almağa imkan verir.

Məlum olduğu kimi ED-20 markalı epoksidian qatranları əsasında hazırlanmış kompozisiya materialları xalq təsərrüfatının müxtəlif sahələrində geniş istifadə olunur. Onları daha çox işlədən sahələr elektrik, elektrotexnika, radiotexnika, kimya sənayesi, aviasiya, gəmiqayırma, maşınqayırma və tikintidir. Göstərilən sahələrdə onlardan korroziyaya davamlı, atmosferə davamlı, qoruyucu, kipləşdirici, yapışqanın tərkibi və kompozisiya materialları üçün əlaqələndirici kimi istifadə olunur [1-3].

Digər tərəfdən epoksid oliqomeri bərkidildikdə nisbətən yığılması, aşağı zərbəyə davamlığı və çatlara az dayanıqlı olması nisbətən onun geniş miqyasda istifadə olunmasını məhdudlaşdırır. [1-7].

Bu çatışmamazlığın aradan qaldırılmasının ən əlverişli üsullarından biri epoksid oliqomerinin

tərkibində funksional quruları olan aşağı molekullu üzvi birləşmələrlə modifikasiya etməkdir.
Bu məqsədlə biz epoksid oliqomeri əsasında kompozisiyanın xassələrini yaxşılaşdırmaq üçün SKN-18-1 maye butadien-nitril kauçukundan və bərkidici kimi malein anhidridindən istifadə edirik.

Nəticələr və onların müzakirəsi

Apardığımız tədqiqat işində, kompoziyasiyaların alınmasındakı kompenentlərdən: əlaqələndirici kimi epoksid oliqomerindən (ED-20), aşağı molekullu maye butadien-nitril kauçukundan (SKN-18-1), qocalmaya qarşı komponent kimi fenil-β-naftilamin (neazon D) və bərkidici kimi malein anhidridi (MA) istifadə edilmişdir.
Epoksid oliqomeri bildiyimiz kimi isti və soyuq bərkimə qabiliyyətinə malikdir. Biz apardığımız tədqiqat işində epoksid oliqomeri əsasında alınan kompoziyanın bərkiməsini isti halda aparırıq.
Epoksid əsasında kompozisiya aşağıda göstərilən resept əsasında hazırlanır (cədvəl 1).

Cədvəl 1: Epoksid oliqomeri əsasında kompozisiyaların tərkibi.

№	Qarışığın şitri / Komponentlər	1	2	3	4	5	6
1	ED-20	100	100	100	100	100	100
2	neazon-D	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
3	MA	3	6	9	12	15	18
	Cəmi	104,5	107,5	110,5	113,5	116,5	119,5

Epoksid oliqomeri əsasında kompoziyanı aşağıda qeyd olunan texnoloji proses üzrə hazırlayırıq: əvvəlcə epoksid oliqomeri 40-60°C temperatura qədər qızdırıb üzərinə neazon-D əlavə edib qarışdırılır, daha sonra isə narın toz şəklində olan malein anhidridini müxtəlif nisbətlərdə çəkib (6 cür nisbət) epoksid oliqomerinin üzərinə əlavə edib 8-10 dəqiqə müddətində intensiv qarışdırılır. Hazırlanmış kompoziyalar polad metal lövhələr üzərinə təxminən 1,5-2,0 mm qalınlığında vərəq şəklində çəkərək termoşkafda 175°C temperaturda 22 saat müddətində bərkidilir.
Vərəq şəklində bərkidilmiş kompoziya materiallarının fiziki-mexaniki xassələri tədqiq edilir və alınmış göstəricilər cədvəl şəklinə salınır (cədvəl 2).

Cədvəl 2: Malein anhidridinin miqdarından asılı olaraq epoksid oliqomerinin fiziki-mexaniki xassələrinin göstəriciləri.

№	Qarışığın şitri / Göstəriciləri	1	2	3	4	5	6
1	Qırılmada möhkəmlik həddi, MPa	12,8	18,7	21,9	24,8	26,9	27,3
2	Nisbi uzanma, %	92,0	80,1	53,4	40,2	30,1	22,9
3	Qopartma üzrə metalla əlaqə möhkəmliyi, MPa	3,2	5,3	7,4	9,6	11,1	12,1
4	Sürüşmə üzrə metalla əlaqə möhkəmliyi, MPa	4,3	6,5	8,6	11,2	12,9	13,9
5	TM-2 cihazı üzrə bərklik, ş.v.	57,2	64,3	80,1	95,3	97,2	99,9
6	Arxaya sıçrama üzrə elastiklik, %	13,4	14,8	13,0	10,7	9,1	7,6

Alınmış epoksid oliqomeri əsasında kompoziyaların xassələrini təhlil etdikdə müəyyən edirik ki, epoksid oliqomeri əsasında kompozisiya aldıqda maksimum bərkidicinin (MA-nin) miqdarının 15 k.h. götürülməsini məqsədə uyğun saymaq olar. Malein anhidridinin miqdarını müəyyən etdikdən sonra, həmin nümunəni asetonda 19 saat müddətində ekstraksiya etdikdən sonra sabit çəkiyə kimi qurudub zol fraksiyasının 1,8% olduğu müəyyən edilir.

Daha sonra epoksid oliqomeri əsasında kompoziyasının bərkimə zamanı yığılmasını, zərbəyə davamlılığını və elastiklik kimi xassələrini yaxşılaşdırmaq məqsədi ilə epoksid oliqomeri müxtəlif nisbətlərdə maye butadien-nitril kauçuku ilə modifikasiya edərək onlar əsasında aşağıdakı tərkibdə kompoziyalar hazırlanır (cədvəl 3).

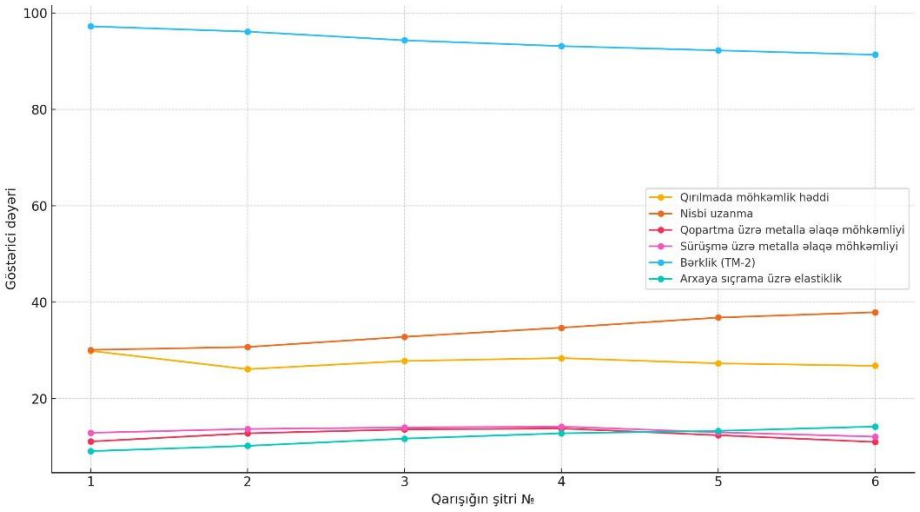
Cədvəl 3: SKN-18-1 maye kauçuku ilə modifikasiya olunmuş ED-20 əsasında kompozisiyaların tərkibi.

№	Qarışığın şitri / Komponentlər	1	2	3	4	5	6
1	ED-20	100	100	100	100	100	100
2	SKN-18-1	-	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
3	Neazon-D	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
4	MA	15,0	15	15	15	15	15
	Cəmi	116,5	118,5	120,5	122,5	124,5	126,5

40-60°C temperatura qədər qızdırılmış epoksid oliqomerinə SKN-18-1 kauçuku əlavə edilərək 8-10 dəqiqə müddətində homogen qarışıq alınana kimi intensiv qarışdırılır daha sonra binar qarışığı Neazon-D əlavə edilir və intensiv qarışdırılır, axırda malein anhidridi əlavə olunur və qarışdırma əlavə olaraq beş dəqiqə qarışdırılır. Hazırlanmış kompozisiyalar yuxarıda qeyd etdiyimiz qaydada nümunələr hazırlanaraq 175°C temperaturda 22 saat bərkidilir. Hazırlanmış nümunələrin fiziki-mexaniki xassələri tədqiq edilərək cədvəl şəklində verilir (cədvəl 4).

Cədvəl 4: SKN-18-1 ilə modifikasiya olunmuş epoksid oliqomeri əsasında kompozisiyaların fiziki-mexaniki xassələri.

№	Qarışığın şitri / Göstəriciləri	1	2	3	4	5	6
1	Qırılmada möhkəmlik həddi, MPa	29,9	26,1	27,8	28,4	27,3	26,8
2	Nisbi uzanma, %	30,1	30,7	32,8	34,7	36,8	37,9
3	Qopartma üzrə metalla əlaqə möhkəmliyi, MPa	11,1	12,8	13,6	13,8	12,4	11,0
4	Sürüşmə üzrə metalla əlaqə möhkəmliyi, MPa	12,9	13,7	14,0	14,2	13,0	12,1
5	TM-2 cihazı üzrə bərklik, ş.v.	97,2	96,1	94,3	93,1	92,2	91,3
6	Arxaya sıçrama üzrə elastiklik, %	9,1	10,2	11,7	12,8	13,3	14,2



SKN-18-1 kauçuku ilə modifikasiya olunmuş epoksid oliqomeri əsasında kompoziyaların xassələrini təhlil etdikdə müəyyən edilir ki, 8 k.h. SKN-18-1 kauçuku ilə modifikasiya olunmuş kompozisiyanın xassələri daha yaxşıdır.

8,0 k.h. SKN-18-1 ilə modifikasiya olunmuş epoksid əsasında kompozisiyanın xassələri, modifikasiya olunmamışa nəzərən aşağıda xassələr yaxşılaşmışdır: Qırılmada möhkəmlik həddi 25,9 MPa-a qarşı 27,3, qopartma üzrə metalla əlaqə möhkəmliyi 11,1 MPa-a qarşı 12,4 MPa, arxaya sıçrama üzrə elastiklik 9,1%-ə qarşı 13,3% olmuşdur.
Asetonda 22 saat müddətində ekstraksiya etdikdən sonra gel fraksiyası 91,3% olmuşdur.

Nəticə

Epoksid əsasında kompozisiya müxtəlif nisbətlərdə malein anhidridi ilə qarışdıralaraq bərkidilmişfir.
Alınmış kompozisiyaların xassələrinin təhlilinə əsasən bərkidici olan malein anhidridinin 15,0 k.h. götürülməsi məqsədə uyğun sayılmışdır.
Epoksid oliqomeri əsasında kompozisiyanın xassələrini yaxşılaşdırmaq məqsədi ilə epoksid oliqomeri müxtəlif nisbətlərdə SKN-18-1 ilə modifikasiya edilmişdir və xassələri tədqiq edilərək modifikator kimi SKN-18-1 kauçukunun optimal miqdarının 8.0 k.h. olduğu müəyyən olunmuşdur.

Ədəbiyyat

1. Sh.M.Mammadov, G.A.Mammadova, R.F.Khankishieva, F.A.Amirov, G.G.Azizova, I.G.Movlaev, J.Sh.Mammadov. Properties of vulcanizates based on nitrile butadiene rubber in the occurrence of halomethyl-containing compounds, Functional Materials, 30, No.3 (2023), p. 393-397

2. Amirli F.A., Movlayev I.H., Mammadova A.F. Study of the rheology properties of the mixture of terminal ethylene-propylene rubber with benzynamine-modified phenol-formaldehyde oligomer. PPOR,Vol. 26, No. 1, 2025, pp.229-239
https://doi.org/10.62972/1726-4685.2025.1.229
ISSN:print -1726-4685; online -2519-2876

3. Sh.M.Mammadov, G.A.Mammadova, R.F.Khankishieva, F.A.Amirov, G.G.Azizova, I.G.Movlaev, J.Sh.Mammadov Investigation of the rheological structural parameters of a network of NBR-based vulcanizates with theparticipation of chlorine-containing, Journal of new technology and Materials, Vol 13, ISSUE 1,2023,70-74

4. Г.Г.Азизова, С.С.Машаева, Ф.А.Амирова, И.Г.Мовлаев, Г.А.Мамедова, Д.Ш.Мамедов, С.А.Валиева, Ш.М.Мамедов. Свойства вулканизатов на основе бутадиен-нитрильного каучука в присутствии галогенметил содержащих соединений, Journal of Baku Engineering University Mechanıcal And Industrıal Engıneerıng, Vol.6 №2,2022

5. Movlayev I.G., Guliyeva T.A., Mammadova A.F. Studying the rheological properties of ternary ethylene-propylene and copolymer modified with polybutadiene-styrene. The 22th International scientific and practical conference "Modern theories and improvement of world methods", June 06-09, 2023, Helsinki, Finland. International Science Group, 2023, 543 p.

6. Г.Г.Азизова, Амиров Ф.А., Мовлаев И.Г., Мамедова Г. А., Ханкишиева Р.Ф., Мамедов Ш.М. Исследование особенности вулканизации и характера вулканизационных структур бутадиен-нитрильного каучука, Sumqayit Dövlət Universiteti Elmi Xəbərlər, Təbiət

və texniki elmlər bölməsi, Cild 23, № 3, 2023
7. Amirli F.A., Movlayev I.H., Aliyeva G.A., Mammadova A.F. Compositions based on modified and filled epoxy oligomer. PPOR, Vol. 24, No. 4, 2023, pp. 689-696
https://ppor.az/index.php/ppor/article/view/295/259
8. Movlayev I.G., Mammadova A.F. Determination of the main parameters of the modified epoxide oligomer. International Science Group. International Science Journal of Engineering & Agriculture, 2024, Vol.3, No.6, pp.95-100
9. Amirli F.A., Movlayev İ.H. Compositions based on modified epoxy oligomer. Processes of Petrochemistry and Oil Refining, PPOR, №3, 2024, pp.786-792
https://doi.org/10.62972/1726-4685.2024.3.786
10. Shiraz Mammadov, Gunel Mammadova, Rana Khankishiyeva, Gunel Azizova, İbrahim Movlayev, Jovdat Mammadov. The effect of composition and structure of nbr-based elastomer blends in the vulcanization process andstudy of their aging by exposure to heat and radiation, Chemıstry &Amp; Chemıcal Technology,Vol. 17, 2023, No. 4, pp. 829–835
11. Aghamaliyev Z.Z. Production and properties of surface-active compositions based on oxyetized nonylphenol and alkylymidazolines // Processes of Petrochemistry and Oil-Refining, Baku, 2021, Vol.22, No1, p.50-57.

Modification of Epoxy Oligomer with Maleic Anhydride

Aghayeva Tarana, Mammadova Aynur, Mammadova Rasmiyya, Abbasova Shahla
Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan
1 http://orcid.org/0009-0001-0329-5137
2 aynur.mammadova@asoiu.edu.az , http://orcid.org/0000-0002-1938-1320
2 resmiyye.mammadova.e@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0009-0007-8698-8302

Abstract
Based on the study of the properties of compositions obtained by curing an epoxy oligomer (ED-20) with maleic anhydride at 175 °C for 22 hours in various ratios, it was determined (concluded) that the optimal amount of maleic anhydride as a curing agent is 15 phr. Subsequently, in order to improve the properties of compositions based on the epoxy oligomer, the epoxy oligomer was modified with liquid butadiene-nitrile rubber (SKN-18-1) in various ratios, and compositions were obtained on this basis, and their properties were investigated. As a result of the study, it was found that the composition modified with 8.0 phr SKN-18-1 exhibited the best properties. Compared to the unmodified composition, the properties of the composition based on the modified epoxy oligomer were improved as follows: tensile strength increased from 25.9 MPa to 27.3 MPa; adhesion strength to metal increased from 11.1 MPa to 12.4 MPa; rebound elasticity increased from 9.1% to 13.3%; and the gel fraction of the modified composition was 91.3%. The improvement in the properties of the compositions based on the modified epoxy oligomer is attributed to the chemical interaction between the modifier and the epoxy oligomer.

Keywords: epoxy oligomer, liquid butadiene-nitrile rubber, maleic anhydride, composition, extraction, modification.

Модификация эпоксидного олигомера малеиновым ангидридом

Агаева Тарана, Мамедова Айнур, Мамедова Расмия, Аббасова Шахла
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан
1 http://orcid.org/0009-0001-0329-5137
2 aynur.mammadova@asoiu.edu.az , http://orcid.org/0000-0002-1938-1320
2 resmiyye.mammadova.e@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0009-0007-8698-8302

Аннотация
На основе исследования свойств композиций, полученных путем отверждения эпоксидного олигомера (ЭД-20) малеиновым ангидридом при температуре 175 °С в течение 22 часов в различных соотношениях, установлено, что оптимальное количество малеинового ангидрида в качестве отвердителя составляет 15 мас. ч. В дальнейшем с целью улучшения свойств композиций на основе эпоксидного олигомера последний был модифицирован жидкой бутадиен-нитрильной резиной (СКН-18-1) в различных соотношениях, на основе которой были получены композиции и исследованы их свойства. В результате исследований установлено, что композиция, модифицированная с добавлением 8,0 мас. ч. СКН-18-1, обладает наилучшими свойствами. По сравнению с немодифицированной композицией свойства композиции на основе модифицированного эпоксидного олигомера улучшились следующим образом: предел прочности при разрыве увеличился с 25,9 МПа до 27,3 МПа; прочность сцепления с металлом увеличилась с 11,1 МПа до 12,4 МПа; упругость по отскоку увеличилась с 9,1% до 13,3%; гелевый остаток модифицированной композиции составил 91,3%.
Улучшение свойств композиций на основе модифицированного эпоксидного олигомера связано с химическим взаимодействием модификатора с эпоксидным олигомером.

Ключевые слова: эпоксидный олигомер, жидкая бутадиен-нитрильная резина, малеиновый ангидрид, композиция, экстракция, модификация.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0645

İSTİSMARDAN ÇIXMIŞ POLİETİLEN ƏSASLI KOMPOZİSİYALARIN ALINMASI

F.Ə.Əmirli[1], İ.Q.Abdullayeva[2], Z.Z.Ağamalıyev[3]

[1,2,3]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı ş.
[1]professor; fariz.emirov@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0000-0002-9095-2982
[2]dosent; irada.abdullayeva@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0000-0001-5077-9006
[3]professor; zauragamaliyev@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0000-0003-2866-1401

XÜLASƏ

Bu materialların xassələrindəki fərq bir çox amillərlə bağlıdır, qocalma/oksidləşmə nəticəsində ilkin destruksiya kimyəvi dəyişikliklərə (karbonil qruplarının miqdarı, hidroperoksidlər, ikiqat bağların konsentrasiyası, sonrakı oksidləşmə üçün aktiv mərkəzlərin yaranması), molekul kütləsinin dəyişməsinə (destruksiya, şaxələnmə, çarpaz bağlanma), ərintinin reologiyasının və mexaniki xassələrinin dəyişikməsinə, həmçinin tərkibində dəyişikliyə səbəb olur.

İstismar olunmuş xammal qarışıq olduğundan, onların xassələri də daxil olan polimerlərin növündən/sinfindən, sintez üsulundan/katalizatorundan, uyğunsuzluğundan (faza ayrılması), daxil olan əlavələrdən, ilkin destruksiyadan və tərkibin dəyişkənliyindən asılıdır.

Aparılmış tədqiqat işində Azərbaycanın tropik zonasında kənd təssərüfatı sahəsində istifadə olunmuş yüksək təzyiq altında alınmış polietilendən istifadə edərək, onun təkrar istifadəsi üçün müəyyən proseslər aparılmışdır. İlkin olaraq istismardan çıxmış polietilen funksionallaşdırılmış oliqomer ilə modifikasiya edilmişdir. Bu məqsədlə polietilen-oliqomer binar sistemi müxtəlif nisbətlərdə götütülmüşdür və onların fiziki-kimyəvi xassələri öyrənilmişdir. Funksionallaşdırılmış oliqomer ilə modifikasiya edilmiş istismardan çıxmış aşağı sıxlıqlı polietilenin infra-qırmızı spektrləri çəkilmişdir.

Alınmış binar sistemlərə doldurucu kimi müxtəlif miqdarda mərmər tozu əlavə olunmuşdur. Əldə edilimiş kompozisiyaların əsas göstəriciləri (qırılmada möhkəmlik həddi, nisbi uzanma, ərintinin axma indeksi) istismardan çıxmış polietilen-oliqomer qarışığının xassələri ilə müqayisəli tədqiq olunmuşdur. Həmçinin binar sistemə doldurucu əlavə edildikdən sonra da prosesi dəqiqləşdirmək məqsədilə hər bir kompozisiyanın İQ-spektrləri çəkilmişdir.

Aparılan tədqiqatın nəticələrindəm məlum olmuşdur ki, isrismarda olmuş polietilenin (hansı ki, oksidləşmə reaksiyaları nəticəsində tərkibində müxtəlif funksional qruplar mövcud olur) ilkin xassələrinin müəyyən qədər bərpa olunması məqsədilə onu tərkibində funksional qruplar saxlayan oliqomerlərlə modifikasiya edib, strukturunu möhkəmlətmək və doldurucuların əlavə edilməsi ilə fixziki-mexaniki xassələrinin yüksəltmək mümkündür.

Açar sözlər: polietilen, binar sistem, modifikasiya, fenol-formaldehid oliqomeri, dartılmada möhkəmlik.

Giriş

Aydındır ki, polimer məmulatlarında materialların istismarının ilk dövründə mexano-kimyəvi, kimyəvi və foto-oksidləşmə proseslər nəticəsində müxtəlif destruksiya reaksiyaları baş

verir. Nəticədə makromolekulda qüsurlu fraqmentlər əmələ gəlir: alkil, alkoksil, alkil- və asilperoksid və digər qruplar. Poliolefinlərdə, o cümlədən, polietilendə oksidləşmə destruksiya reaksiyaları hidroperoksidlərin əmələ gəlməsi ilə klassik radikal- zəncirvari mexanizmə uyğun olaraq gedir. Destruksiya nəticəsində makromolekulların budaqlanması və tliklməsi baş verir. Disproporsionallıq və depolimerləşmə reaksiyaları aşağı molekul kütləli məhsulların əmələ gəlməsinə səbəb olur. Struktur heterogenliyi məmulatlarda materialların istismar müddətinin artması ilə artır və iş şəraitindən asılı olaraq dəyişir. Polietilen (PE) əsaslı materiallarda uzunmüddətli istifadə nəticəsində əmələ gələn oksidləşmiş olefin strukturları orijinal ilkin polimerdən daha çox deqradasiya reaksiyalarına məruz qalır. İstifadə sahələrinə və konstruksiyalarına görə polietilen tullantıları asan təkrar emal olunur.

Polietilen tullantılarının təkrar emalı üçün texnoloji parametrlərin seçilməsi onların fiziki-kimyəvi, mexaniki və texnoloji xassələrindən asılıdır. PE tullantılarının bu xassələri ilkin polimerin xassələrindən əsaslı surətdə fərqlənir. PE emalının əsas xüsusiyyətlərinə aşağı tökmə sıxlığını; ərintinin geoloji xüsusiyyətlərini; quruluşunun dəyişməsi ilə kimyəvi aktivliyinin artmasını və s. göstərmək olar. Polietilen əsaslı məmulatlar istismar vaxtı mexaniki təsirlərə məruz qalmaqla yanaşı, onlar termiki və fotooksidləşmə destruksiyaya məruz qalaraq aktiv qrupların əmələ gəlməsinə səbəb olurlar. Bu aktiv qruplar sonrakı emal proseslərində oksidləşmə proseslərini həyəcanlandırmaq qabiliyyətinə malikdirlər. PE-nin kimyəvi quruluşunun dəyişməsi onun ilkin emalından başlayır, xüsusi ilə ekstruziya zamanı polimer daha çox termooksidləşmə və mexano-kimyəvi təsirlərə məruz qalır. İstismar zamanı fotokimyəvi proseslər polimerin quruluşunun dəyişməsinə ən çox təsir edən amildir. Destruksiya nəticəsində makromolekulların budaqlanması və çarpaz əlaqəsi baş verir. Disproporsionallıq və depolimerləşmə reaksiyaları aşağı molekulyar çəkili məhsulların əmələ gəlməsinə səbəb olur.

Strukturun heterogen olması materialların istismar müddətini artır (istismar şəraitindən asılıdır). Uzunmüddətli istismar nəticəsində əmələ gələn oksidləşmiş olefin strukturların destruksiya reaksiyalarına məruzqalma ehtimalı orjinal, yəni ilkin polimerdən daha yüksəkdir. Bundan əlavə, nəzərə alınmalıdır ki, təkrar emal zamanı istismarda olmuş polimerlə ilkin polimerin qarışdırılması ilkin polimerdə destruksiya reaksiyaların başlamasına səbəb ola bilər. Bundan əlavə, nəzərə alınmalıdır ki, təkrar emal olunmuş materiallar, hətta hərtərəfli təmizlənmə və yuyulma halında belə onların tərkibində həmişə mikro çirklər və digər yad maddələr olur. Bu mikro çirklərin mənbələri ilkin polimerə daxil edilmiş antioksidantların çevrilmə məhsulları ola bilər. Məsələn, fenol tərkibli antioksidantların hidroperoksidlərlə reaksiyası rəngli məhsulları, fosfitlər fosfatları və s. əmələ gətirir. Belə materiallarda bu əlavələr bir-biri ilə qarşılıqlı təsirdə olur, tamamilə əks təsirlər - sinergizm və antaqonizm nümayiş etdirə bilər [1-8, 16-27] .

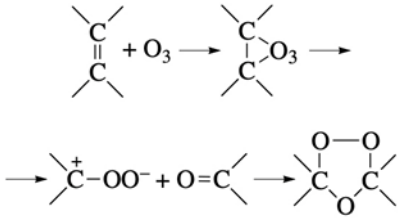
Təcrübi hissə

Polimer əsaslı materialların istifadəsi insan rifahını yaxşılaşdırsa da, ətraf mühit üçün çox təhlükəkidir. Belə ki. PE-nin tərkibində ağır metallar (əsasən, qurğuşun) kimi zəhərli kimyəvi maddələr mövcuddur. PE-dən hazırlanmış qida streçləri soyuq mühitdə uzun müddət qaldıqda toksinlərin sərbəst buraxılması baş verir və məhsulların turşuluğunun artması ilə nəticələnir. Yüksək temperatur isə polietilenin güclü kanserogen olan zəhərli formaldehidi buraxmasına səbəb olur. Məhz bu səbəblərdən polietilen istehsalını azaltmaq və onun tullantıya çevrilmiş məhsullarını təkrar emal etmək, müəyyən qədər ekosistemin tarazlığını qorumaq günün vacib məsələlərindəndir.

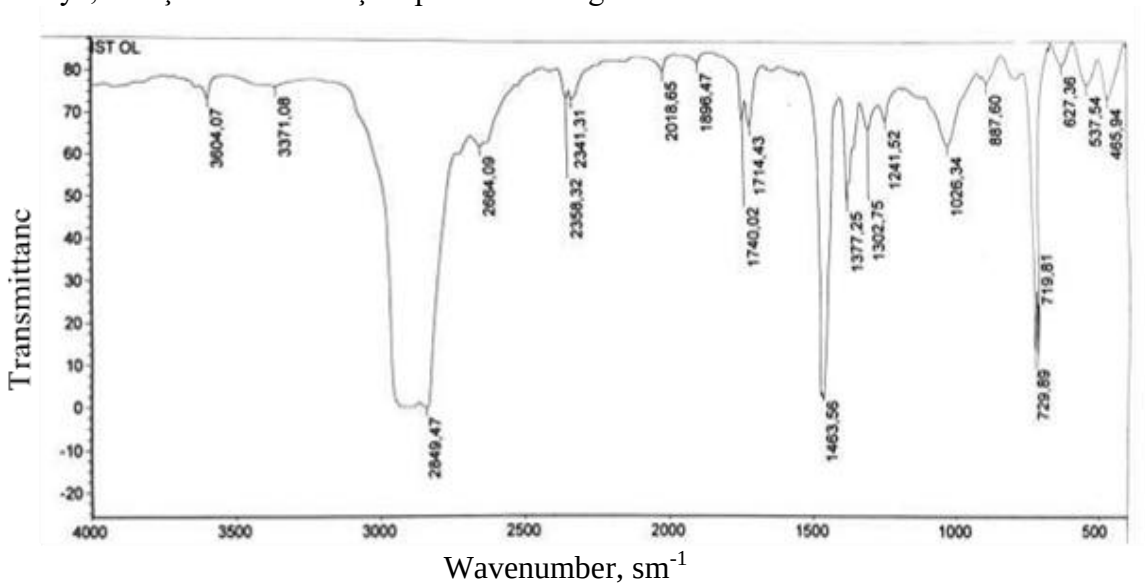
Aparılmış tədqiqat işində Azərbaycanın subtropik zonasının kənd təssərrrüfatında

(istilikxanalarında) 2 il müddətində istifadə edilmiş polietilenin təkrar emalı prosesi öyrənilmişdir.

Məlumdur ki, iqlim şəraitindən asılı olaraq aşağı sıxlıqlı polietilen (ASPE) örtüklərində "qocalma" prosesi intensivləşir. Polimerlərin emalı nəticəsində, eləcə də polimer materialların istismarı zamanı onlara müxtəlif aqressiv amillər təsir edir. Onlardan biri polimerlərdəki destruksiya reaksiyalarını həyata keçməsinə səbəb olan ozondur. Zəncirvari oksidləşmə reaksiyalarında əsas rol oksidləşmənin ilk mərhələlərində əmələ gələn peroksid və hidroperoksid birləşmələrinə aiddir, lakin bu birləşmələr qeyri-sabitdirlər, bu səbəbdən də onlar tez bir zamanda sərbəst radikallara parçalanır və oksidləşmə reaksiyalarının yeni zəncirlərinin yaranmasına səbəb olur (aşağıda göstərildiyi kimi) [9-12].



İşdə istismardan çıxmış yüksək təzyiq altında alınmış PE-nin reoloji xassələrinin tədqiqi polimer ərintisində əmələ gələn strukturlaşma reaksiyalarının intensivliyi istismar müddətində yaranan funksional qrupların, o cümlədən, –CH=CH– (888 sm^{-1}), –COO– (1245 sm^{-1}, 720 sm^{-1}), –CO– (1740 sm^{-1}), $–CH_2OH$ (3604 sm^{-1}), $–CH_2–$ (1380-1463 sm^{-1}) və s. tipi və kimyəvi tərkibi ilə əlaqədardır. Məhz belə qrupların yaranması istismar müddətində və təkrar emal zamanı destruksiya, həmçinin strukturlaşma proseslərinin getməsinə səbəb olur.



Şək.1 İstismardan çıxmış YTPE-nin İQ-spektri

Aparılmış digər tədqiqatlardan da məlumdur ki, istismardan çıxmış polietilenin orta molekul kütləsi 30-40% azalmış olur. Bu istismar prosesinin ilk mərhələsində destruksiyanın intensiv getməsini göstərir. Müəyyən müddət istismardan sonra orta molekul kütləsinin yüksəlməsi strukturlaşma reaksiyalarının sürətlənməsinin nəticəsində baş verir. Bu da təkrar emal olunan polimerin reoloji xassələrinin (ərintinin axma indeksi, yerdəyişmə sürəti və s.) özlülüyün

artmasının dəyişməsi, həmçinin gel fraksiyanın miqdarının artması ilə müşahidə olunur [13-14].

Polimerdə baş verən "qocalma", yəni tədricən destruksiya prosesinə təsir edən amil kimi polimer örtüyünün qalınlığı da əsas götürülür. İki cür qalınlıqda polimer nümunəsi götürülmüş və onların "qocalma" müddəti araşdırılmışdır. Məlum olmuşdur ki, ~0,70 mm qalınlığında olan örtük nümunəsinin "qocalma" müddəti artmış olur ki, bu da oksigenin nümunəyə diffuziyasının zəif olmasını təsdiq edir.

Aşağı sıxlıqlı polietilenin oksidləşmə prosesinə temperaturun təsiri öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, temperatur artdıqca (85^0C-dən yüksək olduqda) polietilenin ərintidə axma göstəricisi dəyişir (azalır).

Müxtəlif temperaturlarda YTPE-nin deformasiyaya davamlığı cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1. Müxtəlif temperatur həddində YTPE-nin deformasiyaya davamlığı

№	Temperatur, ^{0}C	Verilən yük, MPa	
		Statik əyilmədə	Sıxılmada
1.	25	10	12
2.	50	7,0	6,5
3.	75	2,0	1,2

Tullantıya çevrilmiş polietileni yenidən təkrar emal edərək, yararlı hala gətirmək həm ekosistemin qorunmasında, həm də iqtisadi cəhətdən böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Aparılmış tədqiqatlardan məlumdur ki, subtropik zonada istifadə olunmuş YTPE-nin istismar və fiziki-mexaniki göstəriciləri ilkin polimerin göstəricilərindən xeyli (~5 dəfə) aşağı olur. Məhz bu səbəbdən istismar olunmuş polietilen müxtəlif aktiv qruplu oliqomer və polimerlərlə, müxtəlif təbiətli doldurucularla qarışdırılır.

Belə ki, tədqiqatda istismardan çıxmış polietilenin ilkin xassələrini müəyyən qədər bərpa etmək üçün o funksionallaşdırılmış fenol-formaldehid oliqomeri və doldurucu kimi mərmər tozu ilə müxtəlif nisbətlərdə qarışdırılaraq modifikasiya olunmuşdur. Bu məqsədlə aşağıda göstərilən tərkiblərdə kompozisiyalar hazırlanmışdır.

Cədvəl 2. İstismardan çıxmış ASPE əsasında kompozisiyalar

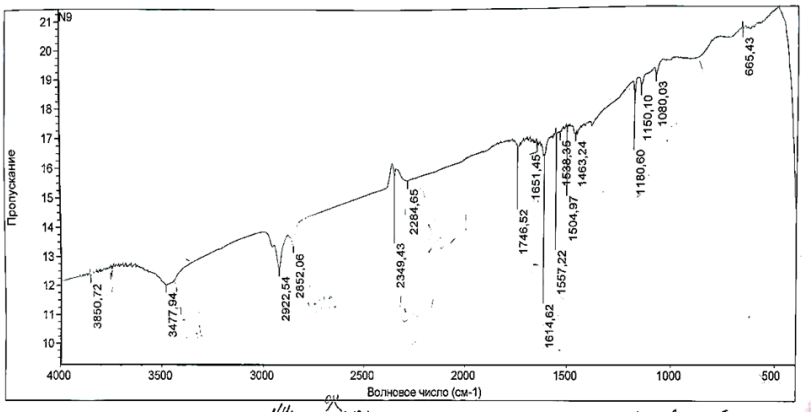
№	komponentlər, (k.h.)	Kompozisiyanın tərkibi							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	İstismardan çıxmış ASPE	25	25	25	25	25	25	25	25
2	Melamin-fenol-formaldehid oliqomeri	-	-	-	-	-	1	3	2
3	Mərmər tozu	-	1	2	3	4	2	2	-

Hər bir tərkib kompozisiyanı hazırlayarkən istismardan çıxmış polietilen yumşalma temperaturuna qədər qızdırılmış və digər komponentlər əlavə edilərək qarışdırılmışdır. Modifikasiya prosesi və polimerin doldurucu ilə doldurulması eyni yük altında (5 kq) və eyni temperatur şəraitində (178^0C) İİRT aparatında aparılmışdır.

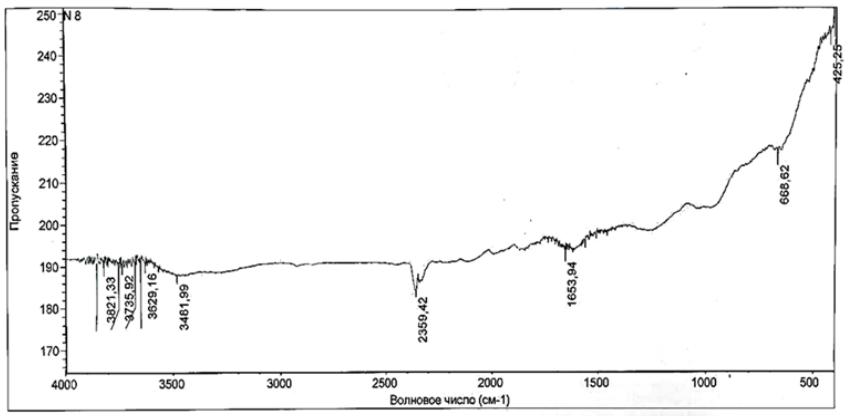
Alınmış kompozisiyaların infra-qırmızı spektrləri çəkilmiş və identifikasiya edilmişdir.

Modifikasiya edilmiş və doldurucu ilə doldurulmuş istismar olunmuş polietilen əsaslı

kompozisiyaların fiziki-mexaniki xassələrin tədqiq olunduqdan sonra komponentlərin optimal miqdarı müəyyən olunmuşdur. Belə ki, tərkibi istismar olunmuş polietilen: modifikasiya olunmuş FFO: doldurucu– 25:3:2 nisbətində qəbul edilmişdir.



Şək.2. Melamin-fenol-formaldehid oliqomeri (MFFO) ilə modifikasiya olunmuş istismardan çıxmış PE-nin (ASPE:MFFO- 25:3) İQ-spektri



Şək. 3. MFFO ilə modifikasiya olunmuş və mərmər tozu (MT) ilə doldurulmuş istismardan çıxmış PE-nin (ASPE:MFFO:MT 25:3:2) İQ spektri

Çəkilmiş İQ spektrlərini identifikasiya etdikdə funksional qrupları təmsil edən intensivliklərin azalması və bəzilərinin yoxa sıxması, yenilərinin əmələ gəlməsi yeni strukturlaşmanın baş verməsi ilə izah olunur. Belə ki, şəkil 2-də amin, hidroksil qruplarının udma zolaqları (uyğun olaraq 2350 sm^{-1}, 3400 sm^{-1}) aşkar edilmişdir.

Alınmış hər bir nümunənin bəzi əsas göstəriciləri, o cülədən, dartılmada möhkəmlik həddi, bərklik, ərintinin axma indeksi, nisbi uzanması öyrənilmişdir. Nümunələrin dartılmada möhkəmlik həddi və nisbi uzanması PM-60 tipli qırıcı maşında, ərintinin axma döstəricisi İİRT aparatında, elastikliyi isə TMP-2 sihazında sınaqdan keçirilmuişdir. Kompozisiyaların bu göstəriciləri aşağıdakı cədvəldə göstərilmişdir.

Cədvəl 3. Kompozisiyaların əsas göstəriciləri

№	Göstəricilər	Kompozisiyaların tərkibi							
	1		2	3	4	5	6	7	9
1.	Dartılmada möhkəmlik həddi, MPa	2,72	2,65	1,14	3,05	4,13	5,2	6,8	6,7
2.	Nisbi uzanma, %	90	80	65	55	70	73	80	75
3.	Ərintinin axma göstəricisi (ƏAG), q/10 dəq.	1,25	1,86	3,2	4,5	1,9	1,35	1,30	1,25
4.	Elastiklik modulu, MPa	60	56	52	50	47	42	40	40

Doldurucunun əlavə edilməsi polimer kompozisiyasının onun fiziki-mexaniki və istismar xassələrinin yaxşılaşmasını tənzimləyir, maya dəyərinin nisbətən aşağı düşməsinə səbəb olur.

Ümumiyyətlə, istismardan çıxmış polimer əsasında modifikasiya olunmuş və doldurulmuş kompozisiya materiallarının alınması doldurucu və funksionallaşdırılmış oliqomerin miqdarının onun göstəricilərinə təsirinin tədqiqi elmi və praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

NƏTİCƏ

Tədqiqat işində Azərbaycan Respublikasında istehsal olunan polietilen əsasında hazırlanmış materialların istismar müddəti başa çatdıqdan sonra tullantıya çevrilmiş materialların, o cümlədən, subtrotik zonada istilikxanalarda 2 il müddətində istifadə olunmuş polietilen örtüyünün ilkin xassələrinin qismən bərpa edilməsinə baxılmışdır. Bu məqsədlə tullantıya çevrilən polietilen melamin-fenol-formaldehid oliqomeri ilə modifikasiya olunmuş və mərmər tozu ilə doldurulmuşdur. Belə ki, təbii iqlim mühitində istismar olunmuş polietilendə strukturlaşma baş verdiyinindən onun əsas göstəricilərində də (qırılmada möhkəmlik həddi, nisbi uzanma, ərintinin axma göstəricisi və s.) yaxşılığa doğru dəyişikliklər əldə edilir.

İSTİFADƏ EDİLMİŞ ƏDƏBİYYAT

1. М.Д. Рагушина, В.В. Битт, Е.В. Калугина. Влияние различных модификаторов на свойства вторичного полиэтилена, подходы к рециклингу. Пластические массы, №9-10, 2022, с.42-45.
2. А.В.Фомцов. Новые эффективные термостабилизаторы вторичного ПЭТ. Полимерные материалы, №12, 2021, с. 24–25.
3. Х. Цвайфель, Р.Д. Майер, М. Шиллер. Добавки к полимерам. Справочник. СПб.: Профессия, 2010.
4. Хаген Ханель, Ахим Рот. Обеспечение термостабильности пластика в его «второй жизни». Полимерные материалы. 2021, октябрь/Kunstoff e (2021), с. 2–5.
5. Б.В. Набер. Старый пластик и море. Проблемы производства, потребления и рециклинга пластмасс. Часть 2 /Полимерные материалы. №2, 2021, с. 30–37.
6. Ю.А. Шляпников, С.Г. Кирюшкин, А.П. Марьин Антиокислительная стабилизация полимеров. М.: Химия, 1986, 256 с.
7. И.Х. Мингалимов. Новые возможности вторичной переработки пластмасс Полимерные материалы, 2021, май, с. 38–42.
8. Билалов Я.М., Ахьедова У.М., Алиева Г.А. Повторная переработка и модификация свойств полиэтилена низкой плотности, некоторые экономические аспекты, проблемы. Журнал: Химические проблемы, №1, 2011, с.60-65.

9. Fariz A.Amirli, Irada G.Abdullayeva, Samira T.Bayramova. Modification and study decommissioned high pressure polyethylene. PPOR, Special issue (No.1), 2024, pp. 47-53. Selected Proceedings of the International Conference “Modern Problems of Macromolecular Compound Technology”
(Web of ceaince) ISSN:print 1726-4685; online 2519-2876
11. С.Д.Разумовский, Д.М.Лисицын. Реакции озона с двойными связями в химии полимеров и биосистем. Высокомолекулярные соединения, Серия А, 2008, том 50, № 12, с. 2069-2081.
12.Ahmed H. Awad, Ramadan Elgamsy, Mohamed Hazem Abdellatif. Assessment of mechanical properties of HDPE composite with addition of marble and granite dust. Ain Shams Engineering Journal. 2020. Pp. 1211-1217.
13. Ahmadova U.M., Bilalov Ya.M., Zeynalov N.A., Gulubeyova L.N., Mammedova S.M. Chemical structure properties and rheological properties of used low density polyethylene. Chemical Problems/ 2014.№ 2, pp.191-195.
14.Mustafayeva F.A., Gahramanov N.T. Obtaining, study and processing of polyethylenebased refractory composite materials. ADNSU, 2023, 344 p.
15.Kurbanova N.I., Mirzoyeva N.A., Ishenko N.Ya., Zeynalov E.B. Obtaining and study of the properties of composites based on high-density polyethylene with cobalt-containing nanofillers.. Plasticheskiye massy, 2021, No.11-12, pp.43-45 (in Russian)
16. Расулов Ч.К., Агамалиев З.З., Нагиева М.В., Гасанова Г.Д., Гасымова Ф.И. Синтез и свойства 2-гидрокси-5[1(3)-метилциклоалкил]-бензиламиноэтилнонилимидазолинов // Moskva, Химия и химическая технология. 2021, Том 64, №4, с. 79-84. Doi: 10.6060/ivkkt.20216404.6265
17. Aghamaliyev Z.Z., Naghiyeva M.V., Rasulov Ch.K. Synthesis of 2-Hydroxy-3-(Methylcyclo-hexenyl-Isopropyl)-5-Methylbenzylaminoethylnonyl Imidazolines - The Thermostabilizers to Polypropylene // ScientificNet. Publisher in Materials Science & Engineering. Materials Science Forum, Switzerland, 2018, Vol. 935, pp. 155-159. Doi: 10.4028/www.scientific.net/MSF.935.155
18. Vaqif H. Mirzoyev, Vagif M. Abbasov, Chingiz K. Rasulov, Zaur Z. Aghamaliyev, Rena Z. Bagirzade, Emin A.Majidov. Selective catalytic alkylation and cycloalkylation of phenol with alkyl- and alkenylcyclohexenes. // Processes of Petrochemistry and Oil Refining, 2017, Vol.18, No.4, pp.341-350.
19. Rasulov Ch.K., Mekhtizade R.A., Aghamaliyev Z.Z., Abasov S.I. Cycloalkylation of para-cresol with 1-methylcycloalkenes in the presence of phosphorous-containing zeolite // Processes of Petrochemistry and Oil Refining, 2017, Vol.18, No.1, p.80-87
20. Аббасов В.М., Зейналов Э.Б., Эфендиева Л.М., Алиева Л.И., Нуриев Л.Г., Мурсалов Н.И., Джабраилзаде Ш.З., Агамалиев З.З., Мамедханова С.А. Селективное окисление нафтено-изопарафиновых углеводородов дизельной фракции в присутствии Cr- и Mn- солей природных нефтяных кислот // Процессы нефтехимии и нефтепереработки, 2013, т.14, №3(55), с.183-190.
21. Aghamaliyev Z.Z. Production and properties of surface-active compositions based on oxygenized nonylphenol and alkylymidazolines. // Processes of Petrochemistry and Oil Refining, Baku, 2021, Vol.22, No. 1, p. 50-57.
22. Qasımova F.İ., Yusifov Y.H., Əliyeva N.M., Ağamalıyev Z.Z., Rəsulov Ç.Q. Para-tsikloalkilfenolamin oliqomerlərinin alınması və örtükəməlgətirici kimi tətbiqi / Akademik Əli Musa oğlu Quliyevin 110 illik yubileyinə həsr olunmuş “Müxtəlif Təyinatlı Üzvi Maddələr və Kompozision Materiallar” mövzusunda respublika elmi konfransı, Aşqarlar Kimyası İnstitutu, Bakı, 1-2 iyun 2022, s.165-166.
23. Агамалиев, З.З., Эфендиева, Л.М., Аббасзаде, С.М., Расулов, Ч.К. Синтез 2-гидрокси-3-(метилциклогексенилизопропил)-5-метилбензиламиноэтилнонилимидазолинов – термостабилизаторы к полипропилену // XIV Международная научно-практическая конференция «Новые полимерные композиционные материалы». Нальчик, 4-8 июля, 2018, с.3-6.
24. Багирзаде, Р.З., Агамалиев, З.З., Мирзоев, В.Г., Расулов, Ч.К. Модифицированные пара-циклоалкилфеноламинные олигомеры-пленкообразователи для ЛКМ // «Техника и технология нефтехимического и нефтегазового произ-водства». Материалы 7-й международной научно-

технической конференции. Омск, 24-28 апреля, 2017, с.25.
25. Mammadov Z.A., Aliyev G.A., Alkhasli E.A., Abbasov V.B., Amirli F.A., Aghamaliyev Z.Z. Cognizance of Contemporary Industrial Techniques in Benzene Production. // Selected Proceedings of the International Conference “Modern Problems of Macromolecular Compound Technology”, Processes of Petrochemistry and Oil Refining (PPOR), Special issue (No. 1), 2024, pp.54-64. https://doi.org/10.62972/1726-4685.si2024.1.54
26. Abbasov V.M., Aghamaliyeva D.B., Abbasov M.M., Talibov A.H., Amirli F.A., Afandiyeva L.M., Aghamaliyev Z.Z. Exploration of the Antibacterial Effect of Dipentylammonium (Z)-3-Carboxylate Complex. // Selected Proceedings of the International Conference “Modern Problems of Macromolecular Compound Technology”, Processes of Petrochemistry and Oil Refining (PPOR), Special issue (No. 1), 2024, pp.199-205. https://doi.org/10.62972/1726-4685.si2024.1.199
27. Ağamaliyev Z.Z., Abdullayeva İ.Q., Quliyev F.N., Həsənli K.D., Manafova A.V. Tsikloalkilfenollar əsasında səmərəli antioksidantların alınması. // Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri, 2024, Cild 26, Xüsusi buraxılış 2 (148), s.663-673.

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ОТРАБОТАННОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

Ф.А. Амирли[1], И.Г. Абдуллаева[2], З.З. Агамалиев[3]

[1,2]Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку.
Professor[1]fariz.emirov@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0000-0002-9095-2982
доцент[2]ирада.абдуллаева@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0000-0001-5077-9006
professor [3]zauragamaliyev@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0000-0003-2866-1401

АБСТРАКТ

Различие в свойствах этих материалов связано со многими факторами, первоначальное разрушение в результате старения/окисления приводит к химическим изменениям (количество карбонильных групп, гидроперекисей, концентрация двойных связей, образование активных центров для последующего окисления), изменению молекулярной массы (деструкция, разветвление, сшивание), изменению реологии и механических свойств сплава, а также изменению состава.

Поскольку переработанное сырье представляет собой смесь, его свойства зависят от типа/класса входящих полимеров, метода синтеза/катализатора, несовместимости (разделение фаз), присутствующих добавок, первоначальной деструкции и изменчивости состава.

В полученные бинарные системы в качестве наполнителя добавлялось различное количество мраморного порошка. Изучены основные показатели полученных композиций (прочность при разрыве, относительное удлинение, показатель текучести сплава) в сравнении со свойствами выведенной из эксплуатации смеси полиэтилена с олигомером. Также после добавления наполнителя в бинарную систему были записаны ИК-спектры каждого состава для прояснения процесса.

В ходе проведенных научно-исследовательских работ были проведены определенные технологические процессы по повторному использованию полиэтилена высокого давления, используемого в сельском хозяйстве в тропической зоне Азербайджана. Первоначально выведенный из эксплуатации полиэтилен был модифицирован функционализированным олигомером. Для этого была приготовлена бинарная система полиэтилен-олигомер в различных соотношениях и изучены их физико-химические свойства. Были зарегистрированы инфракрасные спектры отбракованного полиэтилена низкой плотности,

модифицированного функционализированным олигомером.

Результаты исследования показали, что для восстановления первоначальных свойств вторичного полиэтилена (содержащего различные функциональные группы в результате реакций окисления) возможна его модификация олигомерами, содержащими функциональные группы, укрепление его структуры и улучшение физико-механических свойств путем добавления наполнителей.

Ключевые слова: полиэтилен, бинарная система, модификация, фенолоформальдегидный олигомер, прочность на разрыв.

PRODUCTİON OF COMPOSİTİONS BASED ON USED POLYETHYLENE

F.A.Amirli[1], I.G.Abdullayeva[2], Z.Z.Ağamalıyev[3]

Production of Compositions Based on Recycled Polyethylene

[1,2,3] Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku

professor1fariz.emirov@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0000-0002-9095-2982

dosent2irada.abdullayeva@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0000-0001-5077-9006

professor [3]zauragamaliyev@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0000-0003-2866-1401

ABSTRACT

The difference in the properties of these materials is due to many factors, the initial degradation due to ageing/oxidation leads to chemical changes (number of carbonyl groups, hydroperoxides, concentration of double bonds, formation of active centers for subsequent oxidation), change in molecular weight (destruction, branching, crosslinking), change in rheology and mechanical properties of the alloy, as well as change in composition.

Since the starting materials used are mixed, their properties also depend on the type/class of polymers used, the synthesis method/catalyst, their incompatibility (phase separation), included additives, initial degradation and compositional variability.

The study examined certain processes for the reuse of high-pressure polyethylene used in agriculture in the tropical zone of Azerbaijan. Initially, the recycled polyethylene was modified with a functionalized oligomer. For this purpose, a binary polyethylene-oligomer system was prepared in various ratios, and its physicochemical properties were studied. Infrared spectra of low-density recycled polyethylene modified with a functionalized oligomer were obtained.

Marble dust was added in various amounts as a filler to the obtained binary systems. The main characteristics of the resulting compositions (tensile strength at break, relative elongation, melt flow index) were comparatively studied with the properties of the recycled polyethylene-oligomer mixture. Additionally, after adding the filler to the binary system, infrared spectra of each composition were obtained to refine the process.

The results of the conducted study showed that, to partially restore the initial properties of recycled polyethylene (which contains various functional groups due to oxidation reactions), it can be modified with oligomers containing functional groups, strengthening its structure and improving its physical and mechanical properties by adding fillers.

Keywords: polyethylene, binary system, modification, phenol-formaldehyde oligomer, tensile strength.

IV. Environment and healthy food

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0655

SÜNİ İNTELLEKT MODELLƏŞMƏSİ İLƏ ƏTRAF MÜHİTİ ÇİRKLƏNDİRƏN KORROZİYAYA UĞRAMIŞ ZONALARIN ŞƏKİLLƏRDƏN LOKALLAŞDIRILMASI

Vaqif Abbasov[1], Rüfət Əzizov[2], Fariz Əmirli[3], Zaur Ağamalıyev[4], Durna Ağamalıyeva[5], Emil Aydınsoy[6]

[1,4,5,6] ARETN akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu
[2,3,4,5] Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti "Kimya texnologiya fakültəsi"
[1] Baş direktor, kimya elmlər doktoru, akademik, http://orcid.org/0009-0003-9270-6624, nkpi@nkpi.az
[2] Rektor, kimya üzrə fəlsəfə doktoru, http://orcid.org/0000-0001-8662-1550,
[3] Kafedra müdiri, texnika elmləri doktoru, professor, http://orcid.org/0000-0002-9095-2982, fariz.emirov@asoiu.edu.az
[4] Laboratoriya müdiri, texnika elmləri doktoru, dosent, http://orcid.org/0000-0003-2866-1401, zauraghamaliyev@gmail.com
[5] Laboratoriya müdiri, kimya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent, http://orcid.org/0000-0001-7458-6954, durna.agamaliyeva@mail.ru
[6] Elmi işçi, http://orcid.org/0009-0002-7516-9364, emil.aydinsoy@gmail.com

XÜLASƏ

Sənaye obyektlərində cihazlarda baş verən korroziya problemləri ətraf mühitin çirklənməsi ilə yanaşı insan həyatı üçün də ciddi təhlükə yaradır. Bu məqalədə süni intellekt modelləşməsindən istifadə edərək əldə edilmiş korroziyaya uğramış metal şəkillərində detal aşkarlama modelləri tətbiq edilmişdir. Biz araşdırmamızda Roboflow beynalxal açıq online platformada olan şəkillərdən istifadə edərək, korroziyaya uğramış metalların korroziya zonalarını süni intellekt modelləşməsi köməyi ilə aşkar etmədə avtomatlaşdırmağa nail olmuşuq. Süni intellekt sahəsinin obyekt aşkarlama modelləri içərisində Konvolyusiya neyron şəbəkələri kimi şəkil tanıma alqoritmlərinə oxşar olan YOLO tipli alqoritmlər obyekt aşkarlama sahəsində geniş istifadə olunmaqdadır. YOLO tipli alqoritmlərin vasitəsilə rəsimlərdən obyekt tapma modelləri hazır şəkillərdən əlavə dəyərlər yaradır və sonra yaradılmış bu dəyərlərin köməyi ilə təxmin irəli sürüb onun kənarlarına çərçivə əlavə edir. Klasifikasiya xətası ehtimalı YOLO modelinin verilmiş rəsimlərə çəkdiyi çərçivələrə əsasən real nəticə arasında hesablanılır. Ehtimal limitlərinə görə ümumi seçilə bilinən cismlərin tamlığıda asılı olaraq dəyişir. Bu zaman ehtimal limitinin oynadılması ilə əgər alqoritm daha gec sıfıra yaxınlaşarsa o daha dayanıqlı sayıla bilər. Buna görə də kiçik ölçülü olan YOLO modelinin nəticəsi daha dayanıqlı hesab edilə bilər.

Əldə edilən nəticə əsasında yüksək dəqiqlikdlə metalların hansı hissəsində korroziya prosesinin baş verdiyini saniyələr içində aşkar edən alqoritmi tətbiq etmişik.

Açar sözlər: *Süni intellekt, şəkil aşkarlama modelləri, PyTorch, Korroziya, YOLO tipli alqoritmlər.*

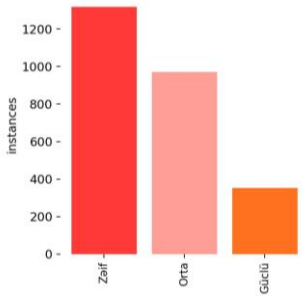
GİRİŞ

Əksər inkişaf etmiş sənaye və liman ölkələri üçün mühüm problemlərdən biridə həmin sənaye obyektlərində cihazlarda baş verən korroziya problemlərinin sənaye əhəmiyyəti və insan həyatı baxımdan risk yaratmazdan öncə aşkarlamaq və həll etməkdir. Belə ki, günümüzdə bu

sahələrdə aparılmış çoxsaylı işlər bu problemin bizim ölkə üçündə kifayət qədər aktual olmasını istinad edir [1-4]. Yeni sənaye dövründə Süni intellekt modelləşməsi bir çox sahədə tətbiq edilməyə başlamışdır. Kimya sahəsində adətən süni intellekt modelləşməsi yeni maddələrin aşkarlanması, optimallaşdırma tətbiq edilməkdədədir [5-7, 20-22]. Lakin son illərdə şəkil öyrənmə modellərinin kimya sahəsində tətbiqinin tendensiyasında artım müşahidə edilməkdədir [8-11]. Məhz bu sistemlərin tətbiqi ilə bu günədək edilməsi mümkün sayılan bir çox problemin yenidən gözdən keçirilməsi zərurəti yaranır.

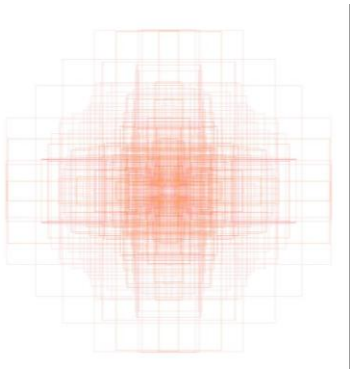
Məqsəd

Coğrafi lokasiya, dəniz suyunun tərkibi korroziyanın aqresivliyinə təsir etsə də bütün dəniz sulları aqressiv korroziya etmək potensialına malikdir. Korroziya metalların ətraf mühitin təsirindən oksidləşmə prosesi olub, metalın fiziki-kimyəvi göstəricilərinə kəskin təsir edir. Ümumi 300-ə yaxın olan şəkillərin hər birində bir neçə zona öncədən seçilmişdir. Korroziyanın tiplərinə görə üç fəqli tip: zəif, orta və güclü. Şəkil 1-də hər kateqoriya üzrə seçilmiş zona sayları nümayiş olunmuşdur.



Şəkil 1. Şəkillərdə seçilmiş korroziyaya uğramış zonaların sayı

Şəkil öyrənmə modelləri öyrənmə zonaları hər zaman eyni olduqda ümumi öyrənmə güclərinin nəticələri eksperimental hissədə çox güclü, real həyatda tətbiq edildikdə isə çox zəif nəticə göstərir. Bu səbəbdən seçilmiş zonaların hər bir şəkildə fərqi düşməsi olduqca vacib bir haldır.



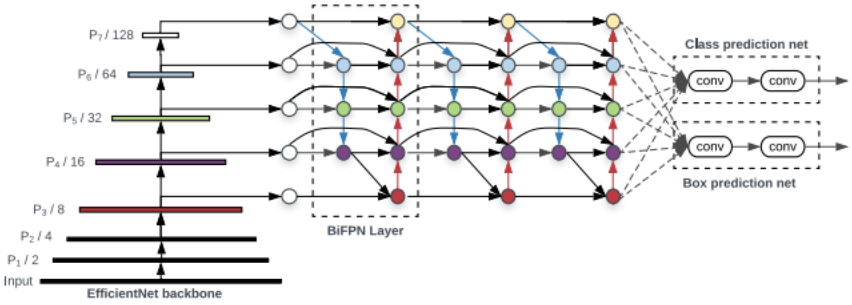
Şəkil 2. Şəkillərdə seçilmiş zonaların lokasiya təsviri

Şəkil 2-dən göründüyü kimi bizim nümunələr kifayət qədər yaxşı şəkildə hərtərəfli dağılmış sadəcə bir nöqtədə cəmləşməmişdir.

Yolo modeli haqqında:

Obyekt aşkarlama modelləri süni intellekt sahəsinin əsasını təşkil edir. Konvolyusiya neyron şəbəkələri şəkil tanıma alqoritmlərində çox istifadə edilməyinə baxmayaraq ona bənzər

olan YOLO tipli alqoritmlər obyekt aşkarlama sahəsində daha da sıx istifadə edilməkdədir [12,13]. 2015-ci ildə ilk dəfə qiymətləndirilən YOLO alqoritminin müxtəlif versiyaları yeni tip problemlərin üstəsindən gəlməkdədir [14,15].

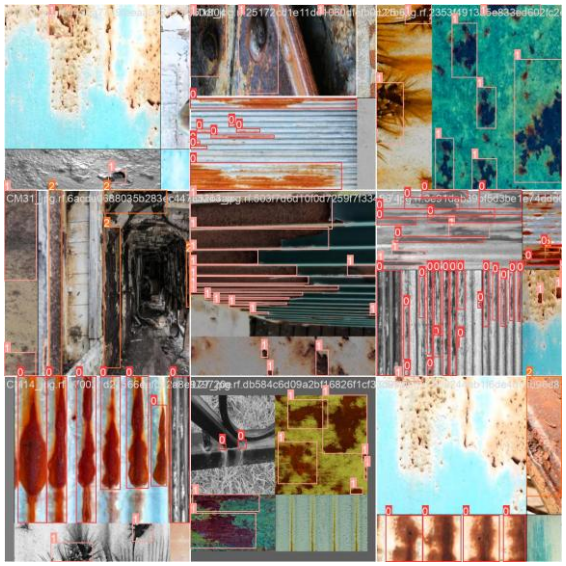


Şəkil 3. Yolo modelinin arxitekturası

YOLO modeli tipli rəsimlərdən obyekt tapma modelləri hazır şəkillərdən əlavə dəyərlər yaradıb daha sonra yaradılmış bu dəyərlər köməyi ilə təxmin irəli sürüb onun ətrafına çərçivə əlave edir. Əlavə edilmiş hər bir dəyər arxa planda piksel koordinatları olaraq qeydə alınır [12]. YOLO modeli praktikada olan ilk modellərdən sayılır ki, təxmin irəli sürmək və ətrafına qərar çərçivəsini çəkməyi bir arxitekturada etmişdir.

0Şəkil toplusu haqqında:

Şəkillərin hər biri 412 piksel enine ve 412 piksel uzununa olmaqla rəngli formatda qeydə alınmışdır. Ağ-qara fonlu şəkillərin kompüterlərdə yadda saxlanılarkən z axisində 1 dimensia olur, bu səbədən daha az yaddaş yeri tutmaqdadır. Rəngli şəkillərin isə təsvir edilməsi mümkün olması üçün z axisində 3 rəng kanalı olmaqdadır. Bunlar qırmızı, yaşıl və göy olmaqla hər piksel informasiya üçün yadda saxlanılır. Məhz bu fərq rəngli şəkillərin öyrənilməsini ənənəvi nümumə etalon rəsm toplularından 3 dəfə daha ağır həcmli edir [16].



Şəkil 4. Şəkillər toplusu nümunələri

Şəkil toplusunda istifadə edilən metal nümunələri öz arxa fonları, işıqlanma dərəcələri, korroziya zonalarının forması və bir-birindən olan məsafəsi baxımından bir-birindən kəşkin fərqlənməkdədir. Bu, öyrənmə prosesini xüsusi ilə çətinləşdirir və modelin dərin öyrənilməsi təqdirində modelin əzbərləmə ehtimalını artırır. Lakin, belə şəkil toplusu ilə yuxarı nəticə göstərən model əldə edildiyi təqdirdə praktikada tətbiqi asanlaşmış olacaq və model qısa modifikasiyalar ilə eyni şəkildə əldə etməyi mümkün edəcəkdir. Şəkil 4-də modelin öyrədilməsi üçün istifadə edilən verilən toplusu təsvir edilmişdir. Orada 0 rəqəmi zəif korroziyanı, 1- orta 2 isə güclü korroziyaya uyğun gəlir.

Qiymətləndirmək meyarları haqqında:

Dəqiqlik bizim baxacağımız əsas meyarlardan biri olacaqdır. Ümumi şəkildə bir təsnifat edərkən bizim ikili variantımız olduqda mümkün 4 kombinasiya mümkündür: birinci tip doğru müsbət bir cavaba müsbət hal demişiksə, ikinci tip doğru, mənfi bir nəticəyə mənfi nəticə demişiksə, birinci tip yanlış, müsbət bir cavaba mənfi demişiksə və son olaraq ikinci tip yanlış neqativ bir hala pozitiv demişiksə [17,18]. Dəqiqliyi ölçərkən biz təxmin elədiyimiz cismlərin neçə faizi həqiqətən axtardığımız cism olduğunu yoxlayırıq.

$$Dəqiqlik = \frac{Düzgün\ təxmin\ edilmiş\ müsbət\ halların\ sayı}{Ümumi\ təxmin\ edilmiş\ halların\ sayı}$$

Tamlıq bizim baxacağımız ikinci meyar olacaqdır. Biz bu zaman axtardığımız halların neçə faizini tapa bildiyimizi müəyyən etməyə çalışırıq:

$$Tamlıq = \frac{Düzgün\ təxmin\ edilmiş\ müsbət\ halların\ sayı}{Ümumi\ \ halların\ sayı}$$

Əlavə olaraq YOLO modelinin işləməsi üçün biz 3 xəta funksiyasını nəzərdən keçirməliyik. Çərçivə xətası başqa adı ilə lokallaşma xətası nəticə olaraq təxmin edilmiş çərçivə ilə real olaraq verilmiş çərçivə arasındakı xətanı qiymətləndirir. Bu xəta funksiyası adətən reqressiya modellərində olduğu kimi funksiyalar istifadə edir.

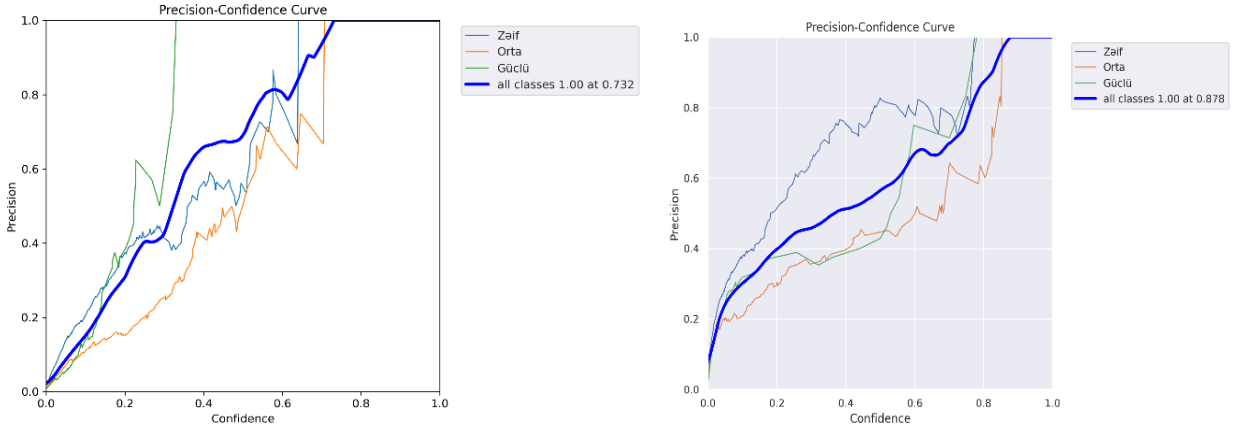
Obyekt xətası modelin axtarılan cismi taba bilməsini qiymətləndirir. Əgər model cismi tapa bilməzsə və ya eyni cismə bir neçə çərçivə çəkərsə xətanın qiyməti artmış olacaqdır. Bu funkisya çəkilmiş çərçivə ilə nümunədə verilmiş çərçivənin kəsişdiyi hissənin sahəsi ilə ölçülür.

Klasifikasiya xətası obyektin klasifikasiya dəqiqliyini ölçür. YOLO modeli verilmiş rəsimlərə çəkdiyi çərçivələrə ehtimal verir. Bu xəta funkisyası verilmiş ehtimalla real nəticə arasında hesablanılır və klasifikasiya modellərindəki xəta funksiyalarına bənzəyir [19].

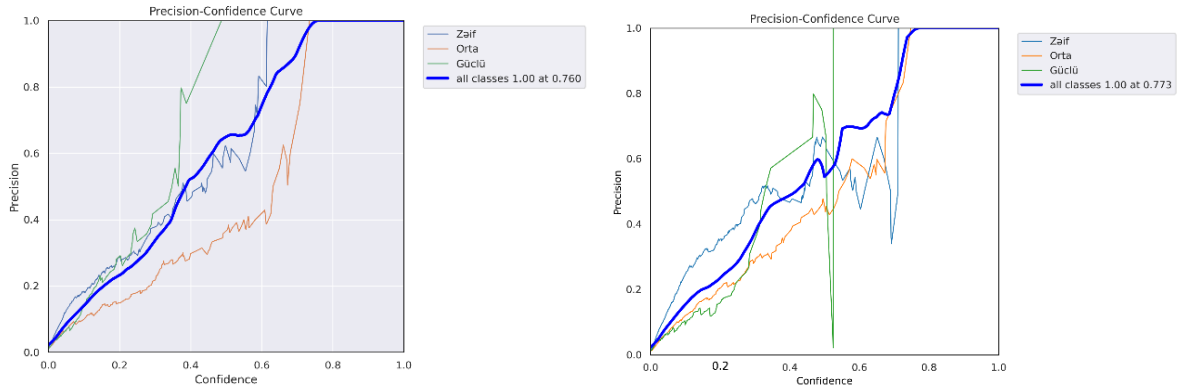
Metodlar

Aparmış olduğumuz tədqiqat zaman YOLO5 tipli modellərin fərqli konfiqurasiyalarından istifadə edilmişdir. Ümumi şəkildə çox qruplu klassifikasiya modellərinin işlənilməsində baş verə biləcək çətinlikləri nəzərə alaraq bu tip modellərin işlənilməsi üçün kifayət qədər öyrənmə müddəti seçmək gərəkdir. Şəkillərin ölçüləri dəyişdirilmədən öyrənmə sürət qiymətini 0.001 qeyd edərək SGD optimallaşdırma alqoritmi istifadə edilmişdir. Öyrənmə üçün təkrarlama limiti 200

qoyulmuş, nəticə stabilləşdiyi təqdirdə öncədən dayandırmaq aktivləşdirilmişdir.

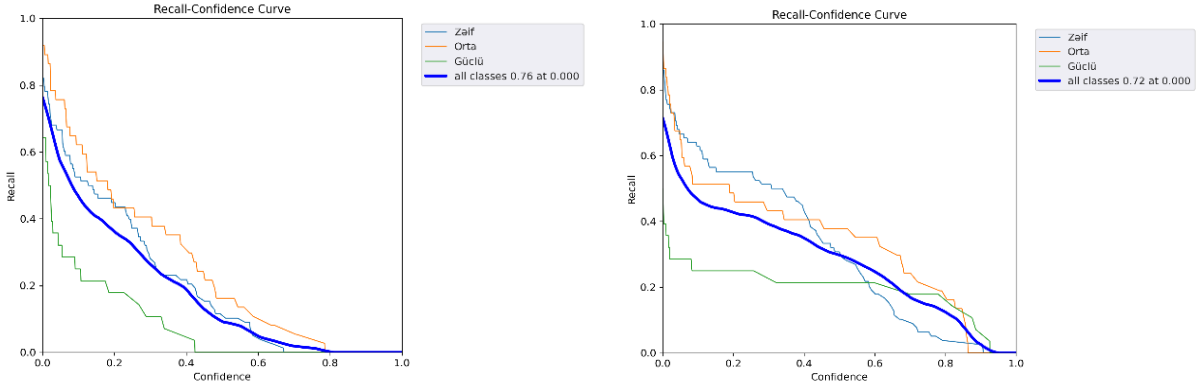


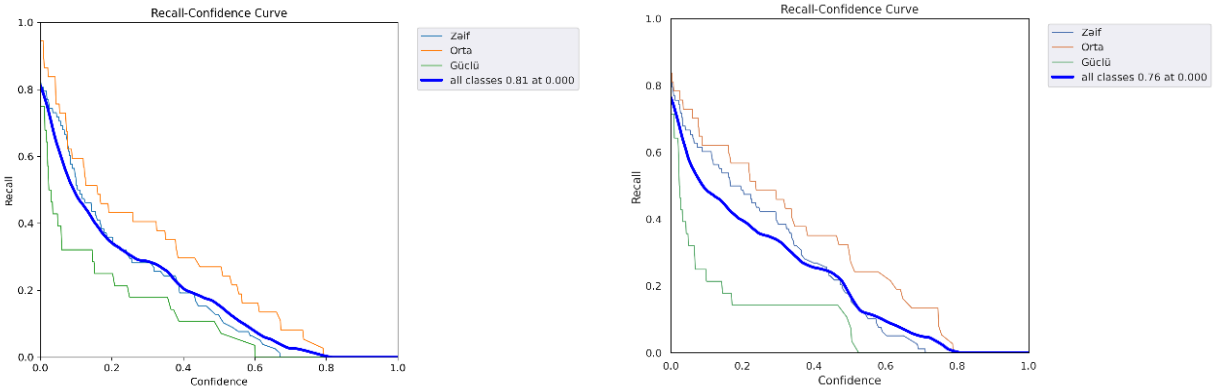
Şəkil 5. Uyğun olaraq Nano və balaca həcmli YOLO modellərin Dəqiqlik nəticələri



Şəkil 6. Uyğun olaraq orta və böyük həcmli YOLO modellərin Dəqiqlik nəticələri

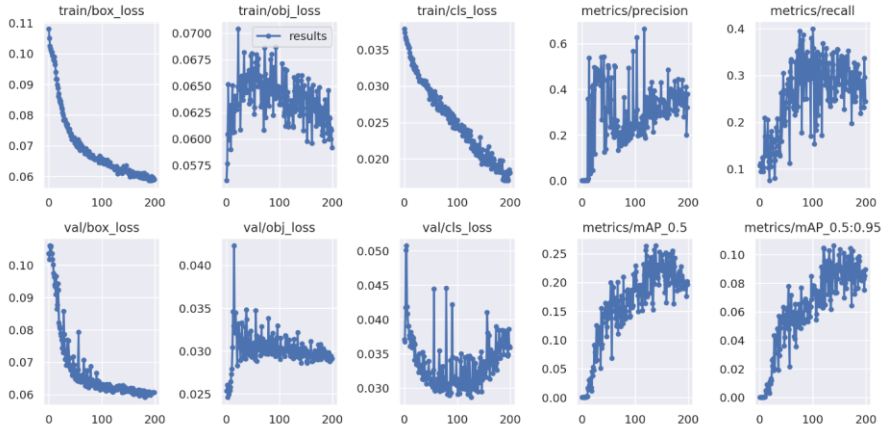
Şəkil 5 və 6-da qeyd olunan nəticələr əsasında biz dəqiqlik faizinin ehtimal limitindən asılılığını müşahidə edə bilirik. Bunun kimi yanaşmalarda ehtimal limitinin aşağı hədlərində yüksək dəqiqlik faizini əldə etmək üstündür və bu meyar baxımından nano quruluşlu modelin nəticəsi daha yaxşı sayıla bilər.



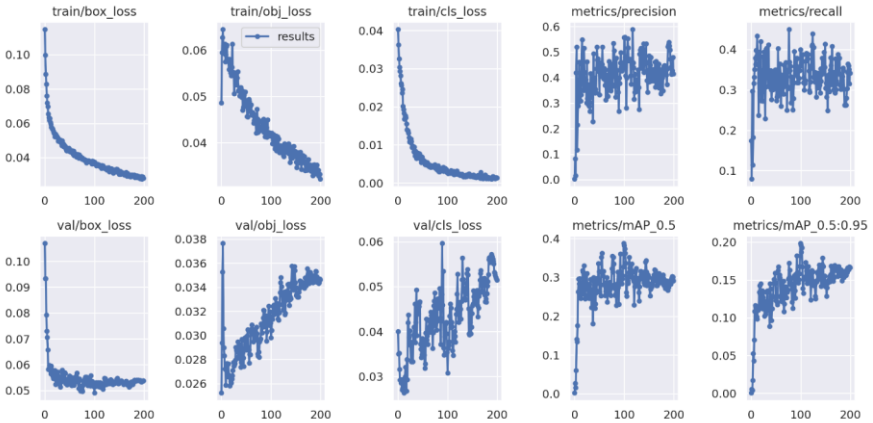


Şəkil 7. Uyğun olaraq nano, kiçik, orta və böyük həcmli YOLO modellərin tamlıq nəticələri

Ehtimal limitlərinin oynadılması cismin seçilib seçilməməsini müəyyən edir. Bununlada ümumi seçilə bilinən cismlərin tamlığıda asılı olaraq dəyişir. O alqoritm ki, ehtimal limitinin oynadılması ilə daha gec sıfıra yaxınlaşarsa bu zaman daha dayanıqlı sayıla bilər. Bu baxımdan kiçik ölçülü olan YOLO modelinin nəticəsi daha dayanıqlı görsənir.



Şəkil 8. Nano ölçülü YOLO modelinin öyrənmə təkrarlarında göstərdiyi nəticələr



Şəkil 9. Kiçik ölçülü YOLO modelinin öyrənmə təkrarlarında göstərdiyi nəticələr

Şəkil 8 və 9-dan göründüyü kimi Nano və Kiçik ölçülü modellərin hər birinin göstəricisi kifayət qədər yüksəkdir. Kiçik ölçülü model öyrənmə nümunələrində daha aşağı çərçivə, obyekt və klasifikasiya xətası göstərməyinə baxmayaraq, yoxlama nümunələrində obyekt və klasifikasiya xətaları artan tendensiya göstərmişdir. Digər tərəfdən isə kiçik ölçülü YOLO modelinin yoxlama nümunələrində həm dəqiqlik, həm də tamlıq baxımdan göstəriciləri stabil olaraq artmaqdadır.



Şəkil 10. Kiçik həcmli YOLO modelinin təxmin etdiyi yoxlama nümunəsi

Şəkil 10-da modelə öyrənmə mərhələsində göstərilməyən yoxlama şəkillərinə etdiyi nəticə göstərilmişdir. Burada nəinki edilmiş qiymətləndirilmənin bir çox halda doğru olduğu görmək mümkündür hətda, korroziya olunmuş zonanın korroziya güclərində qənatbəxş şəkildə qiymətləndirilmişdir.

Nəticə

1. Əldə edilmiş şəkil nümunələri üzərində YOLO tipli arxitekturaların nəticələri qiymətləndirilmiş və müqayisələri aparılmışdır. Nəhəng və ağır model tipləri nümunələri əzbərləməyə meyilli olduğu və öyrənmədikləri nümunələrdə yaxşı nəticə əldə edə bilmədikləri aşkarlanmışdır. Nano və kiçik ölçülü modellərin nəticələri yükək alınmış və praktikada tətbiqi mümkündür.

2. Eyni anda həm təsnifat, həm də obyekt lokallaşdırma funksiyası yerinə yetirən model korroziya nümunəsi üzərində öyrənilmişdir.

Ədəbiyyat

[1] Aydinsoy E.A., Aghamaliyev Z.Z., Aghamaliyeva D.B., Abbasov V.B. A Systematic Review of Corrosion Inhibitors in Marine Environments: Insights from the Last 5 Years. Processes of Petrochemistry and Oil Refining, 2024, Vol. 25, No. 3, p.793.
[2] Алцыбеева А.И., Кузинова Т.М., Агрес Э.М. Углеводородрастворимые ингибиторы коррозии черных и цветных металлов // Защита металлов. 2003- т. 39, № 4, с.391-394.
[3] Abbasov V.M., Aghamaliyev Z.Z., Aydinsoy E.A., Aghamaliyeva D.A. Antimicrobial Properties and Bacterial Contamination in Western Caspian Sea Coastal Waters: A Study of Coliform, E. coli, and Enterococcus. Advances in Chemistry and Chemical Engineering. 2023, Vol 8, No 1, pp 44-51.
[4] Abbasov V.M., Aydinsoy E.A., Aghamalieva D.B., Aghamaliev Z.Z. Assessment of Bactericidal Efficacy of Seaside Water Samples and Automated Detection of Sulfate-Reducing Bacteria Using Computer Vision Models. Journal of Engineering Sciences and Modern Technologies, 2025, Vol.1, No.1, pp 60-64.
[5] Alekperova I.I., Agamaliyev Z.Z., Veliyeva F.M., Rasulov C.K. Optimization of phenol cycloalkylation process with cyclohexene in the presence of catalyst KU-23. Processes of petrochemistry and oil refining, 2019, 24(4), 424-432.
[6] Alekperova I.I., Aghamaliyev Z.Z., Veliyeva F.M., Rasulov Ch.K. Optimization of the reaction of catalytic cycloalkylation of phenol with cyclohexene // ScientificNet. Publisher in Materials Science & Engineering. Materials Science Forum, Switzerland, 2020, Vol. 869, p. 82-87
[7] Alekperova I.I., Jafarov R.P., Aghamaliyev Z.Z., Rasulov Ch.K., Kurbanova Kh.F., Aliyev T.A. Optimization of phenol alkylation process by isoprene cyclodimers in the presence of a phosphorus-containing zeolite-Y catalyst. Processes of Petrochemistry and Oil Refining, 2022, Vol.23, No.4, pp.676-682.
[8] Youdong Zhao, Haifeng Gong & Yunde Jia. Pursuing Atomic Video Words by Information Projection. Asian Conference on Computer Vision ACCV 2010 pp 254–267
[9] Marco Lippi, Andrea Passerini, Marco Punta & Paolo Frasconi. Metal Binding in Proteins: Machine Learning Complements X-Ray Absorption Spectroscopy. point European Conference on Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases 2012 pp 854–857
[10] Abbasov V.M., Aghamaliyev Z.Z., Aydinsoy E.A., Alimadatli N.Y. Modelling an image detection algorithm to evaluate the degree of corrosion. Processes of Petrochemistry and Oil Refining, 2023, Vol.24, No.3, pp.589-596.
[11] Abbasov V.M., Azizov R.E., Aghamaliyev Z.Z., Aydinsoy E.A., Alimadatli N.Y. The localization of oil leaks in the sea using satellite and drone images with artificial intelligence models. Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2024, No.2 (148), pp.421-431.
[12] Debapriya Maji Soyeb Nagori Manu Mathew Deepak Poddar. YOLO-Pose: Enhancing YOLO for Multi Person Pose Estimation Using Object Keypoint Similarity Loss. Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) Workshops, 2022, pp. 2637-2646
[13] Rachel Huang; Jonathan Pedoeem; Cuixian Chen. YOLO-LITE: A Real-Time Object Detection Algorithm Optimized for Non-GPU Computers. 2018 IEEE International Conference on Big Data. DOI: 10.1109/BigData.2018.8621865
[14] Wenbo Lan; Jianwu Dang; Yangping Wang; Song Wang. Pedestrian Detection Based on

YOLO Network Model. 2018 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation (ICMA). DOI: 10.1109/ICMA.2018.8484698
[15] Peiyuan Jiang, Daji Ergu, Fangyao Liu, Ying Cai, Bo Ma. A Review of Yolo Algorithm Developments. Procedia Computer Science. Volume 199, 2022, Pages 1066-1073
[16] Theo Gevers, Arnold W.M. Smeulders, Color-based object recognition, Pattern Recognition. Volume 32, Issue 3, March 1999, Pages 453-464
[17] Annals of Mathematics and Artificial Intelligence. A Bayesian interpretation of the confusion matrix. Annals of Mathematics and Artificial Intelligence 81, pages429–450 (2017)
[18] A.M. HAY. The derivation of global estimates from a confusion matrix. International Journal of Remote Sensing. Volume 9, 1988 - Issue 8 Pages 1395-1398
[19] Tanvir Ahmad, Yinglong Ma, Muhammad Yahya, Belal Ahmad, Shah Nazir. Object Detection through Modified YOLO Neural Network. Scientific Programming/ 2020 Article ID 8403262 | https://doi.org/10.1155/2020/8403262
[20] Aghamaliyev Z.Z., Abbasov V.M., Zeynalov E.B., Friedrich J.F., Veliyeva F.M. Review of kinetic modeling and optimization of hydrocarbon oxidation // ERDÖL ERDGAS KOHLE. (PETROCHEMIE). Germany, 2012, Jg.128., Heft 2, p.78-82.
[21] Агамалиев З., Велиева Ф., Зейналов Э., Ищенко Н. Моделирование и оптимизация процесса каталитического окисления нефтяных углеводородов дизельной фракции //Нефтегазовые технологии. Москва, 2013, №3, с.87-90.
[22] Aghamaliyev Z.Z., Manafov M.R., Aliyev G.S. Investigation Of The Process Of Obtaining Synthetic Oil Acids Using The Software Package OptimME // ATU “Scintific Works”, 2015, p.188-194.

Localisation of corroded zones polluting the environment from images using artificial intelligence modeling

Vagif Abbasov[1], Rufat Azizov[2], Fariz Amirli[3], Zaur Aghamaliyev[4], Durna Agamalıyeva[5], Emil Aydinsoy[6]

[1,4,5,6] Academician Y.H. Mammadaliyev Institute of Petrochemical Processes of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku
[2,3,4,5] Department of Chemical Technology, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku
[1] Doctor of Technical Sciences, Academican, http://orcid.org/0009-0003-9270-6624, nkpi@nkpi.az
[2] Doctor of Chemical Sciences, http://orcid.org/0000-0001-8662-1550,
[3] Doctor of Technical Sciences, Professor, http://orcid.org/0000-0002-9095-2982, fariz.emirov@asoiu.edu.az
[4] Doctor of Technical Sciences, Associate professor, http://orcid.org/0000-0003-2866-1401, zauraghamaliyev@gmail.com; zaur.agamaliyev.z@asoiu.edu.az
[5] Doctor of Chemical Sciences, Associate professor, http://orcid.org/0000-0001-7458-6954, durna.agamaliyeva@mail.ru
[6]Junior researcher, http://orcid.org/0009-0002-7516-9364, emil.aydinsoy@gmail.com

ABSTRACT
Corrosion problems in industrial equipment not only contribute to environmental pollution but also pose serious threats to human life. In this article, detail detection models were applied to images of corroded metals obtained using artificial intelligence modelling.
In our research, using images available on the international open online platform Roboflow, we

successfully automated the detection of corrosion zones in corroded metals through artificial intelligence modelling. Among the object detection models in the field of artificial intelligence, YOLO-type algorithms, which are similar to convolutional neural networks for image recognition, are widely used for object detection tasks.
By leveraging YOLO-type algorithms, object detection models generate additional values from images and then make predictions, adding bounding boxes around the detected objects. The classification error probability is calculated based on the comparison between the actual result and the bounding boxes drawn by the YOLO model on the given images. Depending on the probability thresholds, the completeness of the detected objects can vary. If the algorithm approaches zero more slowly, it is considered more stable. Therefore, the results of small-scale YOLO models are deemed more stable.
Based on the obtained results, we implemented an algorithm capable of detecting within seconds which parts of metals are undergoing corrosion with high accuracy.
The results of YOLO-type architectures were evaluated and compared to the obtained image samples. It was found that large and heavy model types tend to memorize samples and perform poorly on unseen examples. The results of nano and small-scale models were found to be superior, and their practical application is feasible.
The model, which simultaneously performs both classification and object localisation functions, was trained on corrosion samples.

Keywords: *artificial intelligence, image detection models, PyTorch, corrosion, YOLO-type algorithms.*

ЛОКАЛИЗАЦИЯ КОРРОДИРОВАННЫХ ЗОН, ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ, НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИСКУСТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Вагиф Аббасов[1], Руфат Азизов[2], Фариз Амирли[3], Заур Агамалиев[4], Дурна Агамалиева[5], Эмил Айдынсой[6]
[1,4,5,6]АРЭТН Институт нефтехимических процессов имени академика Ю.Х. Мамедалиев
[2,3,4,5]Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности Отдел Химические технологии

[1]Генеральный директор, доктор химических наук, академик, http://orcid.org/0009-0003-9270-6624, nkpi@nkpi.az
[2]Ректор, Кандидат химических наук, http://orcid.org/0000-0001-8662-1550,
[3] Доктор технических наук, профессор http://orcid.org/0000-0002-9095-2982, fariz.emirov@asoiu.edu.az
[4]Заведующий лабораторией, доктор технических наук, доцент, http://orcid.org/0000-0003-2866-1401, zauraghamaliyev@gmail.com; zaur.agamaliyev.z@asoiu.edu.az
[5]Заведующий лабораторией, доктор химических наук, доцент http://orcid.org/0000-0001-7458-6954, durna.agamaliyeva@mail.ru
[6]Научный исследователь, http://orcid.org/0009-0002-7516-9364, emil.aydinsoy@gmail.com

РЕЗЮМЕ
Проблемы коррозии в промышленном оборудовании не только способствуют загрязнению окружающей среды, но и представляют серьезную угрозу для жизни человека. В этой

статье применены модели обнаружения деталей к изображениям корродированных металлов, полученным с помощью моделирования искусственного интеллекта. В нашем исследовании, используя изображения, доступные на международной открытой онлайн-платформе Roboflow, мы успешно автоматизировали выявление зон коррозии на корродированных металлах с помощью моделирования искусственного интеллекта. Среди моделей обнаружения объектов в области искусственного интеллекта широко применяются алгоритмы типа YOLO, которые похожи на сверточные нейронные сети для распознавания изображений. Используя алгоритмы типа YOLO, модели обнаружения объектов генерируют дополнительные значения из изображений и затем делают прогнозы, добавляя ограничительные рамки вокруг обнаруженных объектов. Вероятность ошибки классификации рассчитывается на основе сравнения фактического результата и рамок, нанесенных моделью YOLO на заданные изображения. В зависимости от порогов вероятности изменяется полнота обнаруженных объектов. Если алгоритм медленнее приближается к нулю, он считается более стабильным. Поэтому результаты моделей малого масштаба YOLO считаются более стабильными.
На основе полученных результатов мы реализовали алгоритм, способный за считанные секунды с высокой точностью определять, какие части металлов подвергаются коррозии..

Ключевые слова: *искусственный интеллект, модели обнаружения изображений, PyTorch, коррозия, алгоритмы типа YOLO.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0666

PREPARATION, STABILIZATION, AND SHELF LIFE STUDY OF PROBIOTIC-SUPPLEMENTED BEE CAKES

Pelin Sarıkaya[1], Güven Özdemir[2]

[1,2] Department of Biology, Section of Basic and Industrial, Microbiology, Ege University, Izmir, Turkey

[1] http://orcid.org/0000-0002-9102-685X, pelinsarikaya35@gmail.com
[2] http://orcid.org/0000-0002-7577-4233, guven.ozdemir@ege.edu.tr

ABSTRACT

Objective: This study investigates the development of probiotic-supplemented bee cakes containing Lactobacillus plantarum for the control of American Foulbrood Disease (AFB) and the use of microencapsulation to enhance the stability of these cakes.

Methods: L. plantarum-containing bacteria were incorporated into bee cakes, and their stability was enhanced through microencapsulation. The microencapsulation process was carried out using a chitosan-based biopolymer, and the effects of different glycerol concentrations on stability were evaluated. Probiotic viability was assessed under different storage conditions (4°C and 25°C).

Results: The microencapsulation technique allowed L. plantarum to remain viable in bee cakes for a longer period. The highest viability was obtained under 4°C storage conditions with the addition of 2% glycerol. Additionally, the microencapsulation method proved to be an effective strategy for supporting bee health and reducing the spread of AFB infections.

Conclusion: The developed probiotic-supplemented bee cakes offer an effective and natural method for biological control of American Foulbrood Disease. This study demonstrates that microencapsulation techniques successfully enhance the stability of probiotics and contribute to bee health.

Keywords: *American Foulbrood, Lactobacillus plantarum, probiotics, microencapsulation, bee health.*

INTRODUCTION

The diversity of wild and managed bees in pollination, including crop pollination, has many ecological and economic significances [1]. Bees feed on pollen and nectar collected from flowers. They obtain the necessary carbohydrates, proteins, and lipids from pollen and nectar. Due to widespread urbanization, the reduction of agricultural lands and forests, and the threat to plant species, honeybees are not always able to obtain the resources they need to survive and develop. Nutritional stress presents a significant challenge for bees [2]. Another critical stress factor that honeybees often face is pathogenic organisms. For instance, Paenibacillus larvae, a spore-forming bacterium that causes American and European foulbrood, is highly infectious and affects larvae and pupae. Infected colonies are generally burned [3] (Figure 1). Although antibiotics are used as a treatment, this method has been banned in many countries due to the bacterium developing resistance and leaving residues in honey and other bee products. Alternative and harmless control methods include natural strategies such as essential oils, plant extracts, propolis, royal jelly,

bacteria, and bacteriocins [4].

There are many probiotic microorganisms in the intestinal microbiota of honeybees [5]. Lactic acid bacteria isolated from honeybees are known to have beneficial effects on bee health, as well as to be effective against pathogens [6]. Adding probiotic microorganisms to bee feed positively affects bee health and reduces pathogens. This nutritional strategy not only helps combat diseases but also allows healthy bees to produce more honey [7].



Figure 1. Healthy pupa of the same age (left) and infected pupa (right) [8].

Honeybee colonies can be fed with pollen and honey to develop high bee populations in the spring, create spring splits, ensure brood formation in the fall, enter winter with a young worker bee population, rear queen and male bees, improve colony populations after pesticide poisoning, and prevent potential starvation caused by adverse conditions. Honeybees obtain the protein they need from the pollen of flowers in nature. Pollen is essential for the colony as it helps the queen to lay more eggs and increase the brood area. A study has shown that bees fed with protein-rich bee cakes had lower virus levels compared to those that were not fed, and the proteins in the protein-rich bee cakes used in the feeding played a role in the immune system [9].

In this study, the well-known American Foulbrood Disease caused by *Paenibacillus larvae* is targeted for treatment and prevention. Based on the reviewed literature, probiotic microorganisms found in the digestive system of bees, which support their immunity and have strong antagonistic effects on pathogens, are incorporated into bee cakes using the microencapsulation technique to treat and prevent the disease.

2. MATERIALS AND METHODS

In this study, *Lactobacillus plantarum* (NCBI accession number: OR252329), a probiotic bacterium commonly found in fermented foods and previously identified in the intestinal microbiota of honeybees (*Apis mellifera*), was used. The bacterium was cultured in modified MRS (de Man, Rogosa, and Sharpe) medium enriched with molasses.

Preparation and Stabilization of the Bacterial Culture

Preliminary experiments revealed that molasses supported the growth of *L. plantarum* more effectively than other carbon sources such as glucose and fructose. A fresh culture was prepared by inoculating MRS agar plates with *L. plantarum* stock cultures stored at 4°C, and the cultures were incubated for 48 hours. Cell suspensions with an optical density (OD) of 1 were prepared using a densitometer from these fresh cultures.

From the prepared suspensions, 5% was inoculated into 50 mL of MRS broth in Erlenmeyer flasks. The flasks were incubated at 37°C for approximately 18 hours. After incubation, the cultures were centrifuged at 3000 rpm for 15 minutes, and the cells were precipitated. The supernatant was removed, and the bacterial pellets were stored at 4°C.

Microencapsulation and Stabilization

The stabilization of *L. plantarum* was achieved through microencapsulation using a chitosan-based biopolymer matrix. For this process, 100 mL of 0.1 M acetic acid solution was prepared and placed in a beaker, which was then immersed in an ice bath. During continuous stirring, 0.1 g of chitosan was added and completely dissolved. Afterward, 1 mL of Tween 80 was added. The previously prepared *L. plantarum* pellet was added to this solution, and a 20% Na_2SO_4 solution was added dropwise using a syringe to form microcapsules.

To enhance stabilization, glycerol was added, and the mixture was stirred for 1 hour [10]. Two mL of the resulting precipitate was transferred to sterile Eppendorf tubes and then centrifuged at 3000 rpm for 5 minutes. After removing the supernatant, the remaining pellet was added to 0.5 grams of bee cake. To evaluate the effect of different glycerol concentrations on stability, the microencapsulation process was repeated using solutions containing 0.5%, 1%, and 2% glycerol. All solutions were used sterile and cold (Figure 2).

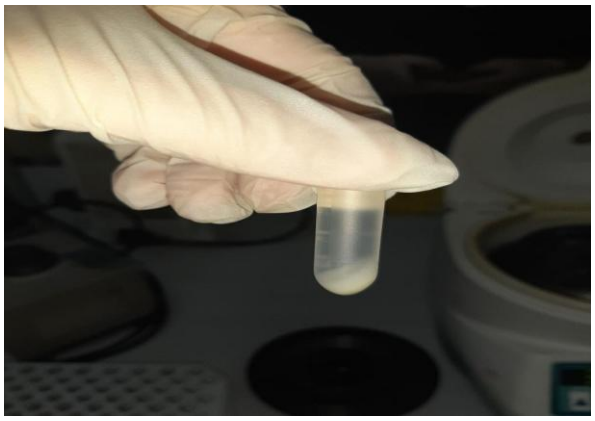


Figure 2. Image of *L. plantarum* encapsulated using the microencapsulation method, precipitated in an Eppendorf tube.

Effect of Microencapsulation Time

To evaluate the effect of microencapsulation time on bacterial viability, the following sampling protocol was followed. The collected samples were diluted using the serial dilution method, and the results were calculated in terms of colony-forming units (CFU/mL):

A: Sample taken initially to determine the organism count.

B: Sample taken immediately after the organism was added to the microencapsulation process.

C: Sample taken 1 hour after the start of the process.

D: Sample taken 1 hour after the start of the process, followed by the addition of 0.5 g of bee cake.

E: Sample taken 3 hours after the start of the process.

F: Sample taken 3 hours after the start of the process, followed by the addition of 0.5 g of bee cake.

RESULTS

Comparison of Viability of *L. plantarum* Added with and without Microencapsulation

To evaluate the effectiveness of adding *L. plantarum* to the bee cake using the microencapsulation method, a control group was established where the bacteria were added directly to the bee cake without microencapsulation. In this control group, the viability value was found to be 1.0×10^4 CFU/g, which was significantly lower compared to the bacteria protected by the microencapsulation method.

Effect of Vortex Time on the Opening of Microcapsule Cross-Linking. To release *L. plantarum* from the microcapsules, vortexing was applied for different durations to break the cross-links. To determine the optimum vortex time, vortexing was performed for 1, 3, 5, 7, and 10 minutes, followed by serial dilution, and viability was calculated in terms of CFU/mL (Figure 3).

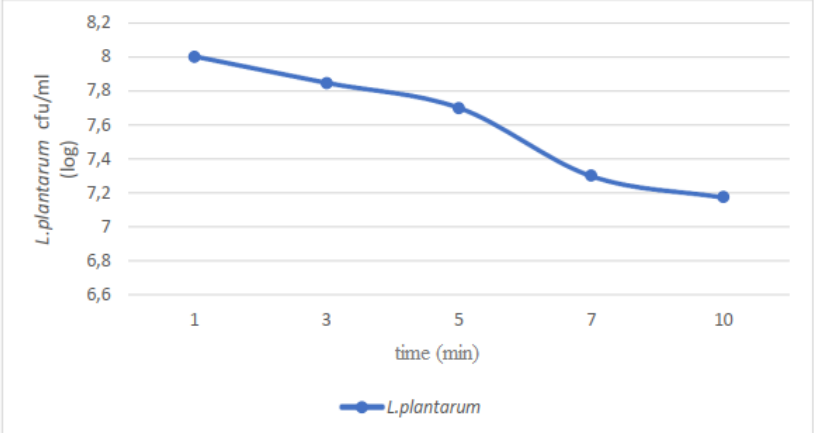


Figure 3. Arı kekine eklenen *L. plantarum* 'un vorteks işlemi sonrası canlılık grafiği

The viability counts obtained were as follows: 1.0×10^8 CFU/mL after 1 minute of vortexing, 7.0×10^7 CFU/mL after 3 minutes, 5.0×10^7 CFU/mL after 5 minutes, 2.0×10^7 CFU/mL after 7 minutes, and 1.5×10^7 CFU/mL after 10 minutes of vortexing. Based on the obtained findings, the optimum vortexing time for the degradation of microcapsule structures and maximum viable bacterial yield was determined to be 1 minute.

Effect of Mixing Time on *L. plantarum* Viability

The results of the experiment conducted to determine the effect of mixing time on *L. plantarum* viability in the microencapsulation method are presented in **Table 1**.

Table 1. Results of the experiment conducted to determine the mixing time.

Applied Mixing Condition	Viability (CFU/mL)
A	3.0×10^8
B	2.0×10^8
C	5.2×10^8
D	1.0×10^8
E	2.0×10^8
F	2.0×10^8

Viability of Microencapsulated Bee Patty Under Different Storage Conditions

Changes in the viability of *Lactobacillus plantarum* were monitored in microencapsulated bee patties stored at different temperatures. Samples were taken on days 1, 2, 3, 7, 10, and 14. Serial dilutions were prepared from each sample, and results were calculated in CFU/ml (Figure 4).

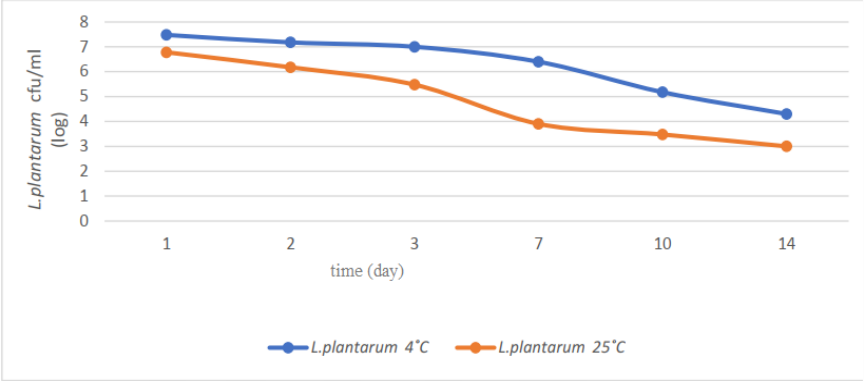


Figure 4. Experimental setup for determining storage conditions

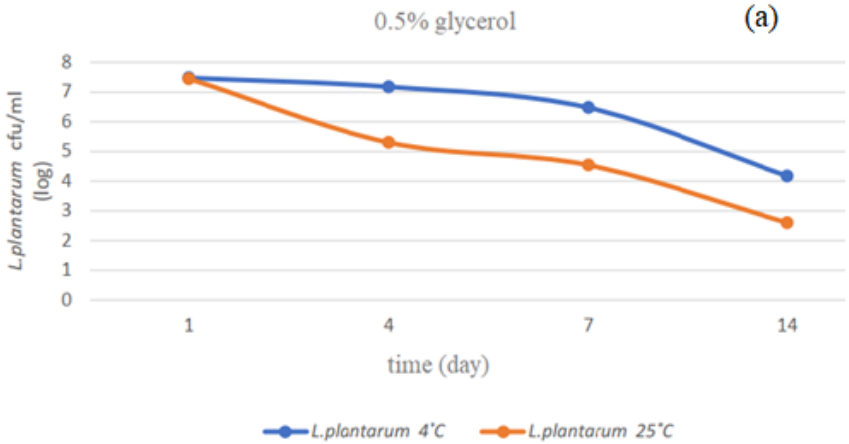
The enumeration results showed that under storage at 4 °C, the viability of *Lactobacillus plantarum* was as follows: 3.0×10^7 CFU/ml on day 1, 1.5×10^7 CFU/ml on day 2, 1.0×10^7 CFU/ml on day 3, 2.5×10^6 CFU/ml on day 7, 1.0×10^5 CFU/ml on day 10, and 2.0×10^4 CFU/ml on day 14.

Under storage at 25 °C, the viability was 6.0×10^6 CFU/ml on day 1, 1.5×10^6 CFU/ml on day 2, 3.0×10^5 CFU/ml on day 3, 8.0×10^3 CFU/ml on day 7, 3.0×10^3 CFU/ml on day 10, and 1.0×10^3 CFU/ml on day 14.

The results indicate that *L. plantarum* maintains its viability for a longer period at 4 °C. Therefore, storing the microencapsulated bee patties at this temperature is considered more suitable for preserving probiotic stability.

Effect of Glycerol Concentration on Stabilization

To enhance stabilization, glycerol was added at concentrations of 0.5%, 1%, and 2% during the preparation of the microcapsules. These groups were stored at 4 °C, and viability was assessed on different days. Enumeration results indicated that the highest viability levels were observed in the group supplemented with 2% glycerol (Figure 5).



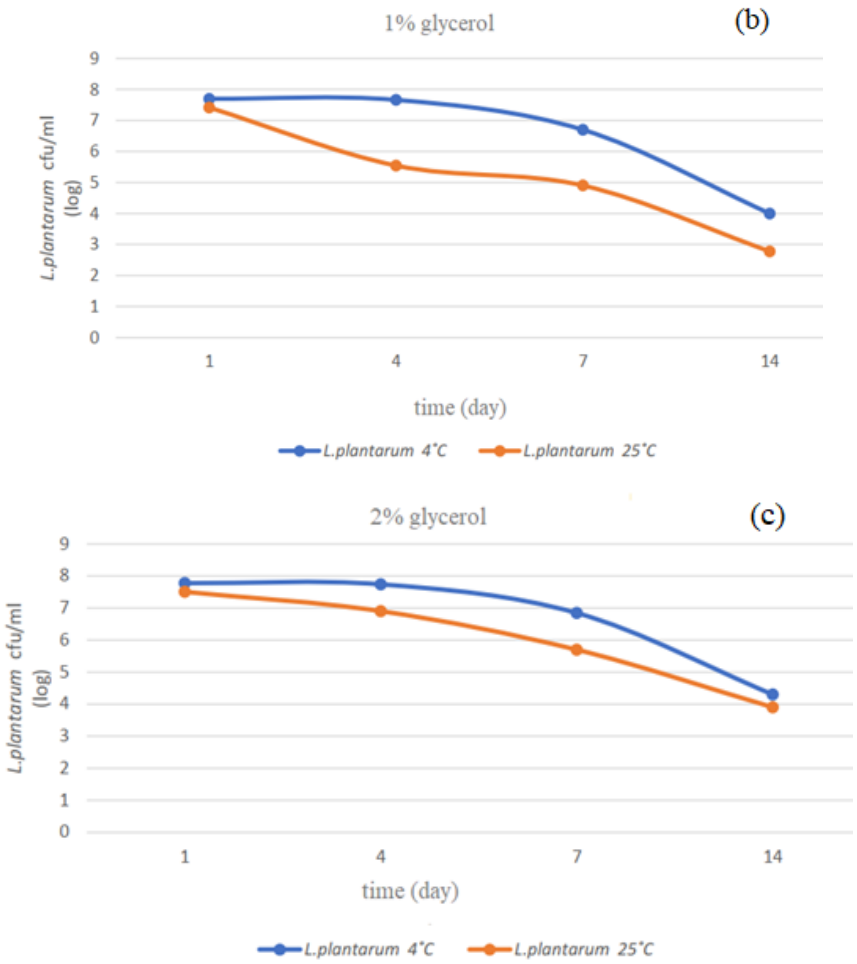


Figure 5. Stabilization of *L. plantarum* microcapsules in bee patties using 0.5% (a), 1% (b), and 2% (c) glycerol

The results of the trial with 2% glycerol addition showed that under storage at 4 °C, the viability of *L. plantarum* was 5.5×10^7 CFU/ml on day 1, 6.0×10^7 CFU/ml on day 4, 7.0×10^6 CFU/ml on day 7, and 2.0×10^4 CFU/ml on day 15.

At 25 °C, viability was 3.2×10^7 CFU/ml on day 1, 8.0×10^6 CFU/ml on day 4, 5.0×10^5 CFU/ml on day 7, and 8.0×10^2 CFU/ml on day 15.

These data indicate that the optimal glycerol concentration for microcapsule stabilization is 2%, and the most suitable storage temperature is 4 °C.

DISCUSSION

In this study, probiotic-supplemented bee patties containing *Lactobacillus plantarum* were developed as an alternative biological control tool against American Foulbrood (AFB) disease, and the viability of these bacteria was evaluated using a microencapsulation method. The results showed that *L. plantarum*, when encapsulated in microspheres, retained its viability for a longer period both within high-sugar bee patties and under various storage conditions.

Bee patties, commonly used in beekeeping, are feed preparations made from ingredients

such as honey and powdered sugar. However, due to the high sugar concentration, this nutrient medium imposes osmotic stress on probiotic bacteria. The microencapsulation method developed to address this challenge was effective in maintaining the viability of *L. plantarum* while also mitigating the effects of osmotic stress. In the literature, microencapsulation techniques are widely reported as effective in enhancing the stability of probiotics. For instance, Yao et al. (2020) demonstrated that encapsulating probiotics with various wall materials significantly preserved bacterial viability under harsh conditions such as stomach acid exposure [11]. Similarly, the current study confirmed that microencapsulation increased bacterial stability and that the addition of 2% glycerol further improved viability.

Moreover, probiotics are known not only to support digestion but also to positively influence the immune system of honeybees. The gut microbiota plays a crucial role when bees are exposed to pesticides, pathogens, and environmental stressors. Doublet et al. (2015) demonstrated that the simultaneous presence of sublethal doses of pesticides and pathogens significantly increases bee mortality and suppresses the immune system under such stress conditions [12]. In this context, the use of probiotic-enriched supplements may help balance the gut microbiota and suppress pathogenic organisms, thereby enhancing bees' resilience to environmental stress factors.

Modulation of the gut microbiota is a highly critical aspect of honeybee health. Grecenti et al. (2023) reported that exposure of honeybees to natural dietary supplements led to positive changes in microbiota diversity, which in turn supported immune responses. The probiotic-enriched bee patties developed in this study have the potential to both support the composition of the gut microbiota and contribute to the inhibition of *Paenibacillus larvae,* the causative agent of American Foulbrood (AFB) [13].

In conclusion, this study demonstrated that *Lactobacillus plantarum*, when encapsulated using the microsphere technique, was able to maintain its viability within bee patties. This approach offers promising potential as a biological control alternative to antibiotic use in honeybee health management. The role of probiotics in stabilizing the microbiota, supporting immunity, and suppressing pathogens may provide a sustainable and natural solution for improving honeybee health.

Future field studies should assess the colony-level impacts of this application and thoroughly investigate the effects of different encapsulation materials and supportive components on overall system efficiency.

Conclusions

Bees and the pollination services they provide are increasingly threatened by various environmental stressors such as habitat loss, climate change, pesticide exposure, parasites, and pathogenic organisms. In particular, diseases caused by parasites and pathogens become more destructive when interacting with other stress factors. Furthermore, the decline in floral, pollen, and nectar resources due to pesticide use and habitat loss weakens bees' immunity and makes them more vulnerable to diseases[14].

In the traditional treatment of American Foulbrood (AFB), broad-spectrum antibiotics—such as sulfonamides and oxytetracycline hydrochloride—have been widely used. However, the prolonged and unregulated use of these treatments has led to the development of resistant *Paenibacillus larvae* strains and the accumulation of antibiotic residues in bee products. As a result, the use of antibiotics in AFB treatment has been banned in many countries. This situation

has made it essential to develop alternative and effective methods for the control and prevention of the disease. Among these alternatives, essential oils, plant extracts, propolis, royal jelly, and probiotic bacteria have gained increasing prominence [15].

Bee patties, which are widely used in beekeeping, are feed preparations containing honey, powdered sugar, and/or pollen, formulated to meet the nutritional needs of honeybee colonies. In this study, probiotic microorganisms were added to bee patties with the aim of providing both nutritional support and potential protection against AFB. However, the high sugar content of bee patties creates osmotic pressure that is unfavorable for probiotic viability. Therefore, a microencapsulation technique using microspheres was applied to preserve the viability of the probiotics.

As part of the microsphere-based method developed for the model microorganism *L. plantarum*, the first step involved optimizing the vortexing time to break the cross-links formed within the microspheres and release countable bacteria. The highest viability level (1.0×10^8 CFU/mL) was observed after 1 minute of vortexing, while prolonged vortexing resulted in a gradual decrease in viability. Thus, the vortexing time was determined to be 1 minute.

The effect of mixing time during the microsphere formation process was also evaluated. The viability data obtained at different mixing durations showed that a 1-hour mixing time was sufficient, and longer durations did not provide any additional benefit.

In terms of storage conditions, *L. plantarum* viability in microspheres was better preserved at 4 °C compared to 25 °C. An approximately 1-log reduction observed at room temperature highlighted the need to store the probiotics under refrigeration to maintain stability.

To further enhance stability, different concentrations of glycerol (0.5%, 1%, and 2%) were tested during microsphere production. Although no statistically significant differences were observed, 2% glycerol was determined to be the optimal concentration.

The literature indicates that various microencapsulation techniques are used for probiotic microorganisms and that these techniques effectively influence probiotic viability. For example, Mahmoud et al. (2022) encapsulated five different lactic acid bacteria strains isolated from honeybees (*Lactobacillus plantarum* MK780211, *L. plantarum* MK780215, *L. kunkeei* MK780216, *L. kunkeei* MK780218, and *Lactobacillus* sp. MK780212) using a double-layer microencapsulation method. In this study, post-encapsulation cell viability rates ranged between 93.1% and 95.5%. Additionally, the antimicrobial activity of both free and encapsulated probiotics against *P. larvae* was evaluated. While encapsulation slightly reduced the activity of some strains, *Lactobacillus* sp. MK780212 was found to completely inhibit *P. larvae* and maintain shelf life for up to one month [16].

In another study, *L. plantarum* was encapsulated using pufferfish skin gelatin and sodium caseinate. The resulting microcapsules showed an encapsulation efficiency of 95.0%, and a survival rate of 94.2% was recorded after a 2-hour incubation in simulated gastric fluid. These findings demonstrate that microencapsulation using different wall materials is effective in enhancing the survival of *L. plantarum* [17].

In conclusion, this study demonstrated that *Lactobacillus plantarum*, when encapsulated using the microsphere method, was able to maintain its viability in bee patties despite high sugar content and osmotic stress. The applied method not only enhanced probiotic stability but also shows promise for the development of alternative biological control strategies to replace antibiotics in the future. Consistent with the high encapsulation efficiency and viability rates reported in the literature, the findings of this study suggest that the microsphere technique can

serve as an effective delivery system for probiotic applications in honeybee nutrition.

Future field studies should more thoroughly evaluate the colony-level contribution of these probiotic-supplemented bee patties to the prevention of American Foulbrood disease and their stability within the hive. Additionally, optimizing the system's effectiveness through the use of different encapsulation materials and supportive compounds should also be a focus of further research.

Declarations

The manuscript has not been submitted to any other journal or conference.

Study Limitations

None.

Acknowledgements

The authors would like to express their gratitude to the research teams, laboratory staff, and all individuals who contributed to the completion of this study.

Funding Source

This research was supported by Ege University Scientific Research Projects Coordination Unit (Project number: 23543).

Competing Interests

The authors declare no competing interests.

Human and Animal Related Study

This study does not involve human or animal subjects.

Ethical Approval

This study does not involve human or animal subjects; therefore, ethical approval was not required.

Informed Consent

Not applicable, as this study does not involve human participants

References

1. Patel, V., Pauli, N., Biggs, E., Barbour, L., & Boruff, B. (2021). Why bees are critical for achieving sustainable development. *Ambio, 50*(1), 49–59. https://doi.org/10.1007/s13280-020-01333-9.
2. Alaux, C., Ducloz, F., Crauser, D., & Le Conte, Y. (2010). Diet effects on honeybee immunocompetence. *Biol Lett, 6*(4), 562-565. https://doi.org/10.1098/rsbl.2009.0986.
3. Dolezal, A. G., & Toth, A. L. (2018). Feedbacks between nutrition and disease in honey bee health. *Current Opinion in Insect Science, 26*, 114–119. Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/j.cois.2018.02.006.
4. Fuselli, S. R., Cugnata, N. M., Giménez Martínez, P., & Alonso-Salces, R. M. (2018). Control and prevention of American foulbrood in honey bees (pp. 136-pp).
5. Engel, P., & Moran, N. A. (2013). The gut microbiota of insects - diversity in structure and function. *FEMS Microbiol Rev, 37*(5), 699-735. https://doi.org/10.1111/1574-6976.12025.
6. Vásquez, A., & Olofsson, T. C. (2009). The lactic acid bacteria involved in the production of bee pollen and bee bread. *Journal of Apicultural Research, 48*(3), 189–195. https://doi.org/10.3896/IBRA.1.48.3.07.
7. Royan, M. (2019). Mechanisms of Probiotic Action in the Honeybee. *Critical Reviews in Eukaryotic Gene Expression, 29*(2), 95-103. https://doi.org/10.1615/CRITREVEUKARYOTGENEEXPR.2019025358.
8. Genersch, E. (2010). American Foulbrood in honeybees and its causative agent, *Paenibacillus larvae*. *Journal of Invertebrate Pathology, 103*(SUPPL. 1). https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.06.015.
9. DeGrandi-Hoffman, G., & Chen, Y. (2015). Nutrition, immunity and viral infections in honey bees.

Current Opinion in Insect Science, 10, 170–176. Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/j.cois.2015.05.007.
10. Hejazi, R., & Amiji, M. (2002). Stomach-specific anti-H. pylori therapy. I: Preparation and characterization of tetracyline-loaded chitosan microspheres. *Int J Pharm, 235*(1-2), 87-94. https://doi.org/10.1016/s0378-5173(01)00985-1.
11. Yao, M., Xie, J., Du, H., McClements, D. J., Xiao, H., & Li, L. (2020). Progress in microencapsulation of probiotics: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 19*(2), 857-874. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12532.
12. Doublet, V., Labarussias, M., de Miranda, J. R., Moritz, R. F., & Paxton, R. J. (2015). Bees under stress: sublethal doses of a neonicotinoid pesticide and pathogens interact to elevate honey bee mortality across the life cycle. *Environmental Microbiology, 17*(4), 969–983. https://doi.org/10.1111/1462-2920.12426.
13. Grecenti, M., et al. (2023). Honeybees Exposure to Natural Feed Additives: How Is the Gut Microbiota Affected? *Microorganisms, 11*(3), 637. https://doi.org/10.3390/microorganisms11030637.
14. Koch, H., Brown, M. J., & Stevenson, P. C. (2017). The role of disease in bee foraging ecology. *Current Opinion in Insect Science, 21*, 60–67. Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/j.cois.2017.05.008.
15. Alonso-Salces, R. M., Cugnata, N. M., Guaspari, E., Pellegrini, M. C., Aubone, I., De Piano, F. G., Antunez, K., & Fuselli, S. R. (2017). Natural strategies for the control of Paenibacillus larvae, the causative agent of American foulbrood in honey bees: a review. *Apidologie*, *48*(3), 387–400. https://doi.org/10.1007/s13592-016-0483-1.
16. Mahmoud, F., Essa, E. E., Farag, R. M. A., El Shafei, A. M., Zeid, A. S. A., Sayed, H. A. E., & Ma'moun, S. A. M. (2022). Double-coated microencapsulation of honeybee endogenous probiotics as a new strategy for the biocontrol of the American foulbrood disease. *Egyptian Journal of Biological Pest Control, 32*(1). https://doi.org/10.1186/s41938-022-00636-1.
17. Guo, H., Zhou, Y., Xie, Q., Chen, H., Zhang, Y., Hong, Z., Chen, S., & Zhang, M. (2024). Microencapsulation of Lactobacillus plantarum with Improved Survivability Using Pufferfish Skin Gelatin-Based Wall Materials. *Marine Drugs, 22*(3). https://doi.org/10.3390/md22030124.

Probiotiklərlə Zənginləşdirilmiş Arı Keksinin Hazırlanması, Stabilizasiyası və Saxlama Müddətinin Tədqiqi

Pelin Sarıkaya[1], Güven Özdemir[2]

[1,2] Ege Universiteti, Biologiya Bölməsi, Əsas və Sənaye Mikrobiologiyası Kafedrası, İzmir, Türkiyə

[1] http://orcid.org/0000-0002-9102-685X, pelinsarikaya35@gmail.com
[2] http://orcid.org/0000-0002-7577-4233, guven.ozdemir@ege.edu.tr

XÜLASƏ

Məqsəd: Bu tədqiqat, Amerikan Çürük Xəstəliyinə (AFB) qarşı mübarizədə Lactobacillus plantarum tərkibli probiotik əlavəli arı keksinin hazırlanmasını və bu kekslərin sabitliyinin artırılması məqsədilə mikroenkapsulyasiya texnologiyasının tətbiqini araşdırır.

Metod: Kekslərə L. plantarum ehtiva edən bakteriyalar əlavə edilmiş və onların stabilliyi xitosan əsaslı biopolimerlə mikroenkapsulyasiya yolu ilə artırılmışdır. Fərqli qliserol konsentrasiyalarının stabilliyə təsiri qiymətləndirilmişdir. Probiotiklərin saxlanma şəraitində (4°C və 25°C) həyat qabiliyyəti müşahidə olunmuşdur.

Nəticə: Mikroenkapsulyasiya texnologiyası L. plantarum bakteriyalarının arı kekslərində daha uzun müddət canlı qalmasını təmin etmişdir. Ən yüksək həyat qabiliyyəti 4°C temperaturda və

2% qliserol əlavəsi ilə müşahidə edilmişdir. Bundan əlavə, mikroenkapsulyasiya üsulu arı sağlamlığının dəstəklənməsi və AFB infeksiyalarının yayılmasının azaldılması baxımından effektiv strategiya kimi təsdiqlənmişdir.
Nəticə: Hazırlanmış probiotik əlavəli arı kəksləri, Amerikan Çürük Xəstəliyinin bioloji nəzarətində təsirli və təbii bir yanaşma təqdim edir. Bu tədqiqat göstərir ki, mikroenkapsulyasiya texnikası probiotiklərin stabililiyini əhəmiyyətli dərəcədə artırır və arı sağlamlığına töhfə verir.

Açar sözlər: *Amerikan Çürük Xəstəliyi, Lactobacillus plantarum, probiotiklər, mikroenkapsulyasiya, arı sağlamlığı.*

ПРИГОТОВЛЕНИЕ, СТАБИЛИЗАЦИЯ И ИЗУЧЕНИЕ СРОКА ХРАНЕНИЯ ПИРОЖНЫХ ДЛЯ ПЧЁЛ С ДОБАВЛЕНИЕМ ПРОБИОТИКОВ

Пелин Сарыкая[1], Гювен Оздемир[2]

[1,2] Кафедра биологии, секция общей и промышленной микробиологии, Эгейский университет, Измир, Турция

[1] http://orcid.org/0000-0002-9102-685X, pelinsarikaya35@gmail.com
[2] http://orcid.org/0000-0002-7577-4233, guven.ozdemir@ege.edu.tr

АННОТАЦИЯ
Цель: В данной работе рассматривается разработка пробиотических пирожных для пчёл с добавлением Lactobacillus plantarum с целью контроля Американского гнильца (AFB), а также применение технологии микроинкапсуляции для повышения стабильности этих продуктов.
Методы: В пирожные были добавлены бактерии, содержащие L. plantarum, и их стабильность была повышена путём микроинкапсуляции с использованием биополимера на основе хитозана. Оценивалось влияние различных концентраций глицерина на стабильность. Жизнеспособность пробиотиков исследовалась при различных условиях хранения (4°C и 25°C).
Результаты: Микроинкапсуляция позволила сохранить жизнеспособность L. plantarum в пирожных для пчёл в течение более длительного времени. Наивысшая жизнеспособность наблюдалась при температуре 4°C и добавлении 2% глицерина. Кроме того, метод микроинкапсуляции показал свою эффективность в поддержании здоровья пчёл и снижении распространения AFB.
Вывод: Разработанные пирожные для пчёл с пробиотиками представляют собой эффективный и природный способ биологического контроля Американского гнильца. Работа демонстрирует, что технология микроинкапсуляции способствует стабильности пробиотиков и укрепляет здоровье пчёл.

Ключевые слова: Американский гнилец, Lactobacillus plantarum, пробиотики, микроинкапсуляция, здоровье пчёл.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0677

IN VITRO CHARACTERIZATION OF PROBIOTIC PROPERTIES OF ISOLATED MICROORGANISMS FROM LOCAL KEFIR GRAINS

Müge Akay Yüce[1], Ataç Uzel[2]

[1,2] Department of Biology, Faculty of Science, Ege University, Bornova, İzmir, Türkiye, 35100

1MSc, Biologist, Department of Biology, Faculty of Science, Ege University, Bornova, İzmir, Türkiye, mugeakay202@hotmail.com, ORCID: 0000-0003-3006-792X
2 Professor, PhD, Department of Biology, Faculty of Science, Ege University, Bornova, İzmir, Türkiye, atac.uzel@ege.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1304-0509

ABSTRACT

Objective: This study investigates the in vitro characterization of the potential probiotic properties of lactic acid bacteria (LAB) strains isolated from locally sourced homemade kefir grains.
Methods: A total of 30 isolates were obtained, 23 of which were bacteria and 7 were yeast. The bacterial isolates underwent Gram staining, catalase, and oxidase tests. Among them, 12 Gram-positive, catalase-negative bacteria were selected for further analysis. These isolates were subjected to pH tolerance, bile salt resistance, antibiotic resistance, antimicrobial activity, proteolytic activity, haemolytic activity, intestinal adhesion (auto aggregation and coaggregation), and heavy metal resistance tests.
Results: Three isolates demonstrated strong probiotic potential and were identified as Enterococcus durans via 16S rDNA sequencing.
Conclusion: The study highlights the significance of locally isolated and naturally occurring strains for probiotic applications

Keywords: Probiotics, kefir, lactic acid bacteria, Enterococcus durans, local isolates.

INTRODUCTION

Probiotics are live microorganisms that can benefit the host when taken in adequate concentrations. Probiotics have gained attention due to their health benefits, particularly those derived from fermented dairy products like kefir [1]. Previous studies have shown that fermented dairy products may have probiotic effects such as improved digestive system health, reduced serum cholesterol, improved lactose tolerance, improved immune function, control of irritable bowel symptoms, and anti-carcinogenic properties [2]. Some of the most commonly found probiotic microorganisms have been identified as *Bifidobacteria* species: *Lactobacillus acidophilus*, *L. plantarum*, *L. reuteri*, *L. rhamnosus*, *L. salivarius*, and *Saccharomyces boulardii* [3].

The increasing consumer demand for natural and functional foods has led to a surge in research focusing on traditional fermented foods like kefir, which naturally harbor diverse beneficial microorganisms [4]. Milk and milk-related products are a good source of probiotics [5]. In this context, lactic acid bacteria (LAB), Bifidobacteria, and other microorganisms obtained from fermented milk have been used for centuries. Spontaneous milk fermentation has a long

history in different parts of Mongolia and Africa, and the use of beneficial microorganisms in fermented milk products has been practiced for many generations [6]. Kefir is a traditional fermented milk product and originates from the Caucasus and differs from other fermented products as it is produced from kefir grains that contain a specific and complex mixture of lactose-fermenting and non-lactose-fermenting yeasts living in symbiotic association with lactic acid and acetic acid-producing bacteria [7].

In their review, [8]. determined that the microbial diversity of kefir can vary greatly and that more than 300 microorganisms are found in various kefir samples. The microbial composition of kefir also varies depending on the microbiological culture medium, the origin of kefir grains, different processing techniques, different room temperatures, the type and composition of milk used, and the storage conditions of kefir.

For these reasons, kefir constitutes a good source for isolating probiotic strains. Investigating local kefir samples for isolating new and effective probiotics is important. The importance of local strains lies in their adaptability to regional diets and microbiota, making them highly effective probiotic candidates [9]. Local microbial isolates are crucial for developing probiotics that are well-adapted to regional dietary habits and environmental conditions. Starting from this point, this study aims to isolate, characterize, and evaluate the probiotic potential of microorganisms from homemade kefir grains collected from different sources in İzmir, Turkey.

Research Methodology

2.1. Sample Collection and Isolation

Five different homemade kefir samples were used for microbial isolation. Kefir samples were collected and brought in closed containers to the Microbiology Research and Genetics Laboratory of the Basic and Industrial Microbiology Department of the Biology Department of the Faculty of Science of Ege University. They were transferred to sterile containers under aseptic conditions with a sterile sampling spoon, and isolation was performed on the same day.

10 g of each kefir sample was weighed and homogenized in 90 ml of sodium citrate 2% (w/v). Serial decimal dilutions were obtained, and spread inoculation was performed on lactobacilli de Man, Rogosa, Sharpe (MRS) agar and medium supplemented with 200 µg/mL cycloheximide (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO) antibiotic. Petri dishes were incubated at 30°C for 72 hours in 5% (v/v) CO_2 conditions. Samples were taken from all colonies with different morphology, and Gram-positive, catalase-negative isolates were purified and stored in stock culture [10]. The isolated colonies were further purified and stored for downstream analyses.

2.2. Characterization of probiotic properties of isolates

The selected isolates were subjected to several tests to determine their probiotic potential:

pH Tolerance: The ability of the isolates to survive in acidic conditions (pH 2.0, 3.0, and 4.0) was assessed by incubating them in MRS broth adjusted to acidic conditions and determining viable counts at 0 and 2 hours [11]. High pH tolerance is essential for surviving gastric conditions and reaching the intestines [12].

Bile Salt Resistance: Bile salt resistance was determined by culturing the isolates in MRS broth supplemented with 0.3, 0.5, and 1.0 % (w/v) oxgall bile salt. Colony counts were determined after 0 and 4 hours using the serial dilution technique. This test ensures that probiotic strains can survive and colonize the intestinal environment where bile salts are present [13].

Proteolytic and Haemolytic Activity: Enzymatic activity and safety assessments were performed. Proteolytic activity was assessed by growing isolates on skim milk agar, where clear

zones indicated casein hydrolysis [14]. At the end of incubation, the colony diameter and proteolysis zone diameter were measured, and protease activity was determined according to the zone diameter/colony diameter ratio. Haemolytic activity was tested on blood agar plates, ensuring that selected isolates did not exhibit any haemolytic properties or characteristics, a crucial safety criterion for probiotic applications [15].

Antibiotic Resistance: Sensitivity to commonly used antibiotics was tested. While antibiotic resistance can be beneficial for probiotics, it must not be transferable to pathogenic bacteria [16]. Antibiotic resistance was determined by the disk diffusion method on MRS Agar. Liquid cultures were prepared using MRSB and adjusted according to 0.5 McFarland (A 625nm) standards. Fresh cultures were spread on MRSA medium as 100 µL. Antibiotic disks (Nalidixic acid (30 µg), Erythromycin (30 µg), Tetracycline (10 µg), and Penicillin G (10 unit) were placed on the agar surface and incubated at 37˚C for 48 hours [17].

Antimicrobial Activity: The antimicrobial properties of the isolates were evaluated using the disk diffusion agar method, where the supernatant of probiotic cultures was tested against pathogenic bacteria such as *E. coli* O157:H7 (RSSK 234), *B. cereus* ATCC 10876, *C. albicans* DSMZ 5817, *S. aureus* ATCC 43300, *E. faecium* DSMZ 13590, and *P. aeruginosa* ATCC 27853 [18]. A total of 20 µl of the isolates' supernatants were adsorbed onto sterile blank antibiotic disks. Subsequently, all disks were left at 37°C for 15 minutes to dry. The suspension of test microorganisms (1.0 - 1.5 x 10^8 cfu/ml) was spread on Mueller Hinton Agar plates. Disks containing supernatant were placed on MHA at 2.5 cm intervals. All plates were incubated at 37°C, and after 24 hours, the growth inhibition zones of probiotics against these six pathogenic strains were measured. Zones of inhibition were measured to determine the effectiveness of antimicrobial activity [19].

Pepsin resistance: Pepsin (3 mg/ml) was dissolved in pH 2.0 and pH 3.0 PBS buffers. 24-hour active bacterial cultures were collected by centrifugation and washed with pH 7.2 PBS. Cells were added to pepsin solutions and incubated at 37 ºC for 3 hours. At the end of the 3rd hour, the number of viable bacteria in the samples was determined by the dilution plate method [11].

Heavy Metal Resistance: Resistance to heavy metals was tested by culturing isolates in MRS broth supplemented with lead (Pb) and cadmium (Cd) at 50-500 ppm concentrations. Growth was evaluated spectrophotometrically to assess each strain's metal tolerance [20]. Certain LAB strains can reduce heavy metal bioavailability, contributing to detoxification effects in the gut [21].

Intestinal Adhesion: Autoaggregation and coaggregation assays were conducted to assess the ability of isolates to adhere to intestinal surfaces. Autoaggregation was measured by monitoring the decrease in optical density at 600 nm over 4 hours [22]. The isolates activated in MRS broth were centrifuged at 5,000 rpm for 10 minutes, and the resulting pellet was washed twice with PBS. The optical density of the bacteria resuspended with the same buffer was measured at 600 nm. After 4 hours of incubation at room temperature, 1 ml of the upper phase was taken with a micropipette, and the optical density at 600 nm was measured. Autoaggregation activity was calculated using the following formula:

$$\% \text{ Aggregation capacity} = 1-(ODt / OD0) \times 100$$

ODt: Optical density at 4th hour

OD0: Initial optical density

Coaggregation was tested by mixing isolates with pathogenic bacteria and determining cell clumping ratios [23]. These properties are crucial for colonization and pathogen exclusion in the

gut [24]. To determine the coaggregation activities of lactic acid bacteria, *Escherichia coli* O157:H7 (RSSK 234), *Bacillus cereus* ATCC 10876, and *Staphylococcus aureus* ATCC 43300 strains were used as pathogenic bacteria. Bacterial isolates were activated in MRS broth at 37ºC for 24 hours in accordance with their growth, and pathogenic test bacteria were activated in TSB broth at 37ºC. Bacterial suspensions to be used in the experiment were prepared in the same way as in autoaggregation. Equal volumes of bacterial isolate suspensions and pathogenic bacterial suspensions were taken, transferred to the tube, and mixed thoroughly by vortexing. All bacteria were incubated with their own suspensions at room temperature for 4 hours. At the end of incubation, the optical density of the supernatant at 600 nm was measured.

Coaggregation activity was calculated using the following formula:

% Coaggregation capacity: [(ODpathogen + ODLab)-2x (ODmix) /(ODpathogen+ODLab)]x 100

ODpathogen: Optical density of pathogenic bacteria

ODLab.: Optical density of lactic acid bacteria

ODmix: Optical density of pathogen and lactic acid bacteria together

2.3. Molecular Identification

DNA extraction was performed on selected isolates, followed by 16S rDNA sequencing for species identification. The sequencing results were analyzed using bioinformatics tools to determine phylogenetic relationships and genetic similarity with known probiotic strains [25].

Results

3.1. Isolates

A total of 23 bacteria, all Gram (+), with different cultural and microscopic properties, were isolated from 5 natural kefir samples. It was determined that 21 isolates (91%) were oxidase negative and 11 were catalase positive (47%), and the isolates had cocci, bacilli, or coccobacilli morphology. These isolates were characterized for various properties to determine their probiotic potential.

3.2. Probiotic Properties

The acid tolerance experiment determined that eight of 23 isolates (K1-1, K1-2, K2-1, K2-2, K3-2, K4-3, K4-9, and K4-10) showed tolerance to relatively low pH. Among these, three isolates that were also prominent in other characterization experiments are shown in Table 1 for their viability at different pHs. It was determined that K2-1 and K2-2 isolates maintained their viability after 2 h of incubation at pH 2.0, pH 3.0, and pH 4.0, while K3-2 isolate lost its viability after 2 h of incubation at pH 2.0.

Table 1. Acid tolerance results of 3 potent isolates.

Isolates	0. h						2. h					
	pH 2		pH 3		pH 4		pH 2		pH 3		pH 4	
	cfu/ml	log_{10}	cfu/ml	log_{10}	cfu/ml	log_{10}	cfu/ml	log_{10}	cfu/ml	log_{10}	cfu/ml	log_{10}
K2-1	$2,1x10^8$	8,32	$2,5x10^8$	8,39	$2,5x10^8$	8,39	$3,9x10^5$	5,60	$6,6x10^6$	6,82	$2,4x10^8$	8,38
K2-2	$2,7x10^8$	8,43	$3,8x10^8$	8,58	$2,8x10^8$	8,45	$2,3x10^6$	6,36	$4,2x10^7$	7,62	$2,5x10^8$	8,39
K3-2	$2,9x10^8$	8,46	$1,8x10^8$	8,25	$2,7x10^8$	8,43	-	-	$2,2x10^7$	7,34	$2,2x10^8$	8,34

Eight isolates that were determined to be tolerant to low pH were investigated for their resistance to bile salts. They all maintained their viability in the presence of 1% (w/v) bile salt. The resistance of three promising isolates to bile salts is shown in **Table 2**. No logarithmic decrease in the initial cell number was observed in the presence of 1% (w/v) bile salts, which was the highest concentration.

Table 2. Viability of three potent isolates after 4 hours in the presence of different concentrations of bile salts.

Isolates	0. h						4. h					
	%0,3		%0,5		%1		%0,3		%0,5		%1	
	cfu/ml	log_{10}	cfu/ml	log_{10}	cfu/ml	log_{10}	cfu/ml	log_{10}	cfu/ml	log_{10}	cfu/ml	log_{10}
K2-1	$5x10^8$	8,7	$3,2x10^8$	8,5	$1,4x10^8$	8,1	$4x10^8$	8,6	$2,8x10^8$	8,4	$1,3x10^8$	8,1
K2-2	$3,8x10^8$	8,6	$3,1x10^8$	8,5	$1,5x10^8$	8,2	$2,5x10^8$	8,4	$1,9x10^8$	8,3	$1x10^8$	8,0
K3-2	$3,1x10^8$	8,5	$2,2x10^8$	8,3	$1,9x10^8$	8,3	$2,6x10^8$	8,4	$1,9x10^8$	8,3	$1,5x10^8$	8,2

Eight isolates resistant to low pH and bile salts were investigated, and four isolates (K2-1, K2-2, K3-2, K4-10) were determined to have extracellular protease activity. The haemolytic activities of these isolates were also determined, and all eight isolates were determined to be non-haemolytic (**Table 3**).

The isolates' resistance to antibiotics (**Table 3**) was also investigated. The isolate coded K4-3 was determined to be sensitive to all antibiotics. The isolates coded K-9 and K-10 were also determined to be resistant to Tetracycline but sensitive to other antibiotics.

Table 3. Proteolytic, haemolytic, and antimicrobial activities of the eight isolates.

	PA	Haemolysis			Antibiotics			
		Alfa (α)	Beta (β)	Gamma (ɣ)	Erythromycin (mm)	Penicillin (mm)	Tetracycline (mm)	Nalidixic Acid (mm)
K1-1	-	(-)	(-)	(+)	44	50	14	-
K1-2	-	(-)	(-)	(+)	43	34	11	-
K2-1	1.18	(-)	(-)	(+)	40	50	37	-
K2-2	1.12	(-)	(-)	(+)	36	45	38	-
K3-2	1.12	(-)	(-)	(+)	37	44	40	-
K4-3	-	(-)	(-)	(+)	-	-	-	-
K4-9	-	(-)	(-)	(+)	40	32	-	-
K4-10	2.33	(-)	(-)	(+)	43	34	-	-

P; Proteolytic activity, proteolysis zone/colony diameter (mm).

Probiotic strains can produce antimicrobial compounds such as bacteriocins, organic acids, and hydrogen peroxide, which inhibit pathogenic bacteria. The supernatants of the isolates showed activity only against *E. faecium* among all test organisms. While strains K1-1 and K1-2

had the lowest activity with 10 mm, strains K2-1, K2-2, K4-9, and K4-10 formed inhibition zones of 15, 12, 25, and 27 mm. The most effective strains were determined as K3-2 and K4-3, with inhibition zones of 28 and 30 mm, respectively. It is thought that since small amounts (20 µl) of raw fermentation broths of the isolates were used, no activity could be detected against other test organisms. It is possible that extracts obtained from fermentation broths will show higher activity because they will contain more bioactive compounds.

Pepsin resistance experiments carried out at pH 2.0 and pH 3.0 determined that 3 isolates (K2-1, K2-2, and K3-2) were resistant to pepsin at a concentration of 3.0 mg/ml. No decrease was detected in the viability of these isolates compared to hour 0. Subsequent experiments were continued with these isolates.

The isolates' resistance to four different heavy metals (copper, zinc, chromium, and lead) at 500-5000 ppm concentrations was determined. Isolates K2-1, K2-2, and K3-2 showed varying degrees of resistance to heavy metals other than chromium (**Table 4**). Even the lowest concentration of chromium tested (500 ppm) inhibited all isolates.

Table 4. Heavy metal resistance test results of the three potent isolates

Heavy metals	Isolates	500 ppm	1000 ppm	2000 ppm	3000 ppm	4000 ppm	5000 ppm
Copper	**K2-1**	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)
	K2-2	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)
	K3-2	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)
Zinc	**K2-1**	(+)	(+)	(+)	(+)	(-)	(-)
	K2-2	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
	K3-2	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Chromium	**K2-1**	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
	K2-2	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
	K3-2	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Lead	**K2-1**	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
	K2-2	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
	K3-2	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)

Autoaggregation and coaggregation assays confirmed their adhesion capability to intestinal surfaces. The % autoaggregation values of bacteria are shown in **Figure 1**. The strains with the highest autoaggregation capacity were determined as (K2-2, 60.18%), (K2-1, 56.55%), and (K3-2, 19.11%), respectively. One important criterion is that probiotic bacteria adhere to each other on the intestinal surface. Thus, they are effective in removing pathogens by adhering to the intestine.

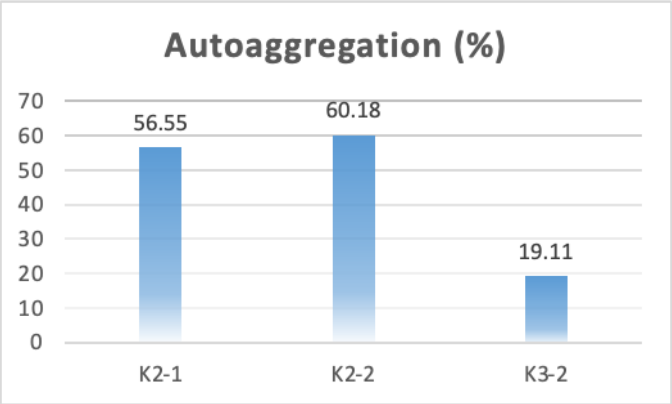


Figure 1. Results of % autoaggregation activity of isolates K2-1, K2-2, and K3-2.

To determine the coaggregation of 3 isolates with other bacteria, *Bacillus cereus* ATCC 10876, *Escherichia coli* O157:H7 (RSSK 234), and *Staphylococcus aureus* ATCC 43300 strains were used (**Figure 2**). The percentage coaggregation values of the bacteria are shown in **Figure 3**. The highest coaggregation percentage was determined against the *B. cereus* ATCC 10876 strain.

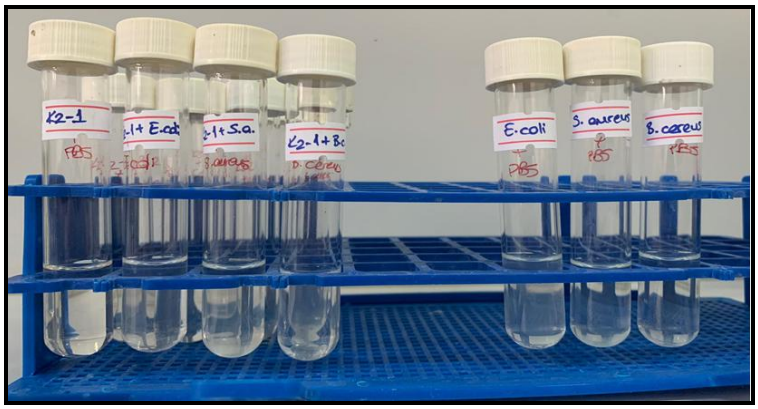


Figure 2. Coaggregation experiment with different bacterial species.

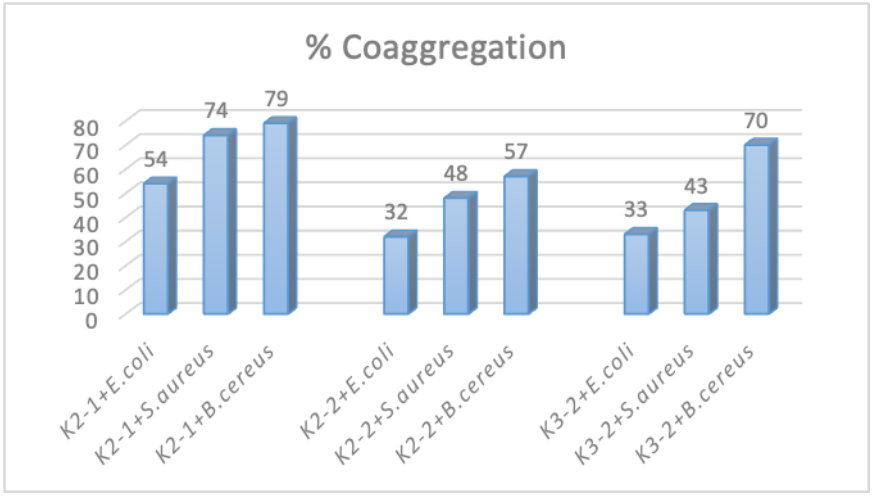


Figure 3. Results of % coaggregation activity of isolates K2-1, K2-2, and K3-2.

3.3. Molecular Identification

16 srDNA regions of each isolate were sequenced bidirectionally. These 2 sequences were combined using the Geneious Prime program to create a single sequence array for each isolate. The DNA sequences that were brought to the appropriate form were entered into the Center for Biotechnology Information (NCBI) GenBank (BLAST) (http://www.ncbi.nlm.nih.gov) and compared with the registered sequences and the BLAST result; all 3 isolates were identified as *Enterococcus durans* with over 99.86% similarity: K2-1: (%99.93, OM468888), isolate K2-2; (%99.86, OM468889) and K3-2; (%99.93, OM468887) (**Figure 4**).

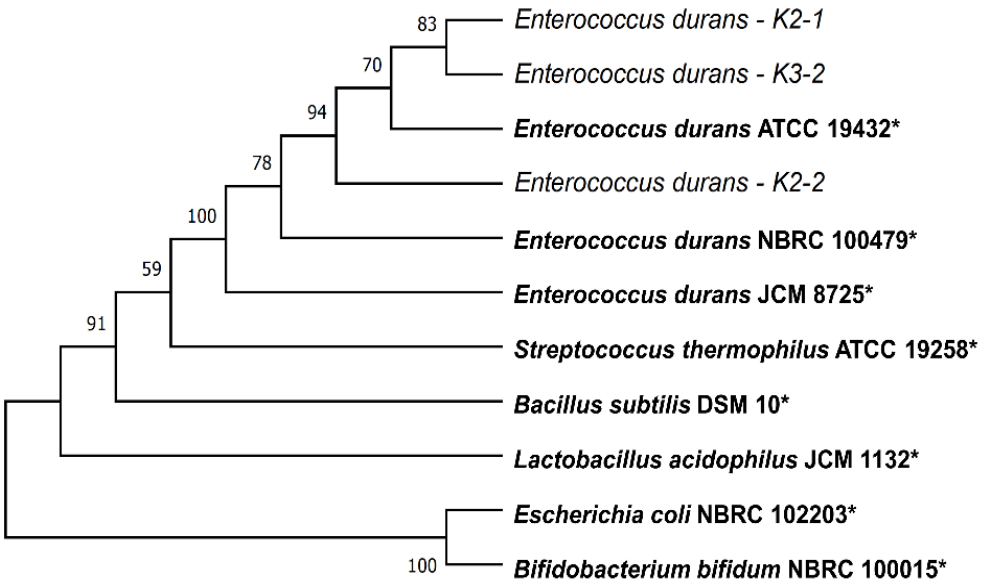


Figure 4. Phylogenetic analysis of the isolated strains based on the 16SrDNA gene sequences of the isolates and the sequences of the type species from the NCBI database; Neigbor-Joining method based on the Tamura-Nei model (MEGA 11.0).

Discussion

In this study, homemade kefir samples were obtained, and probiotic candidate microorganisms were isolated. As a result of the isolation, 23 bacteria were isolated. The human stomach is acidic, with a pH between 1.0 and 4.5; digested foods can remain in the stomach for 3 hours [26]. Therefore, stomach pH is a critical performance factor for microorganisms. Probiotic strains are expected to resist an acidity of pH 3.0 or lower. Acid tolerance is a general criterion in selecting potential probiotic strains to ensure their viability and functionality (FAO/WHO., 2002). To determine the acid tolerance properties of bacteria, complex models simulating gastrointestinal transit have been developed [27], or 1-4 h incubations in chemical and/or enzymatic media at a pH range of 1.5 to 3.0 have also been performed [11, 28]. In a similar study by Maragkoudakis et al. [11], it was determined that all 29 strains maintained their viability for 3 hours at pH 3.0. However, only 6 strains survived, significantly decreasing viability after 3 hours at pH 1.0.

Similarly, in the gastrointestinal system, bile salts are the primary environment where concentrations ranging from 0.3% to 0.5% are found [29]. Foods reside in the small intestine for

approximately 4 to 6 hours. Therefore, the resistance of probiotic bacteria to bile salts in the intestinal tract is a very important feature [30]. In a study conducted by Pieniz et al. [31], they analyzed the tolerance of E. durans LAB18 strain to bile salts at different concentrations (0.1; 0.25; 0.5; 1.0 and 1.5) after four hours of incubation and showed that it could survive at all concentrations. In our study, the resistance of 3 *E. durans* strains to bile salts was investigated, and it was determined that they maintained their viability at 1% (w/v) concentration. In a probiotic product, the presence of food and food components improves the viability and 'bile tolerance' of strains in the gastrointestinal tract by preventing bacteria exposure to bile [32]. Strains with low tolerance to bile and pepsin may have an advantage when consumed in food or encapsulated using different biopolymeric substances, maintaining their viability in gastric and small intestinal transit [33]. When compared with prior research, our results corroborate findings from Salminen et al. [34] and Markowiak and Slizewska [35], which emphasized the importance of acid and bile tolerance as key probiotic traits.

In the selection of probiotic microorganisms, the determination of hemolytic activity is an important criterion. Microorganisms potentially used as probiotics should be γ-hemolytic (non-hemolytic) strains that do not cause hemolysis [11]. In the present study, 8 isolates showed non-hemolytic (gamma-ɣ hemolytic) properties (**Table 3**). Similarly, Foulquié Moreno et al. (2003) found that none of the Enterococcus species (*E. faecium*, *E. faecalis*, *E. casseliflavus*, *E. durans*, *E. gallinarum*, and *E. hirae*) isolated from different origins were non-hemolytic.

Since lactic acid bacteria are naturally fastidious microorganisms, they have developed a complex proteolytic proteinase and peptidase system to support their growth. In addition, the range of bioactive peptides released by LAB depends on their proteolytic system. Other researchers have reported the proteolytic potential of lactobacilli isolated from different sources [36]. In this study, a proteolytic activity assay was applied for 8 potential probiotic candidate isolates, and 4 isolates (Table 3) were determined to have protease activity.

Although lactic acid bacteria have the status of GRAS (Generally Recognized as Safe), FAO/WHO [37] recommends that their antibiotic resistance be determined before they can be used as probiotics. The basic condition for probiotic microorganisms is that they do not carry transferable antibiotic resistance genes. This is because horizontal gene transfer in pathogenic bacteria in the intestine can lead to the formation of antibiotic-resistant pathogens [38]. Our study determined that the three promising strains were sensitive to all antibiotics tested except Nalidixic acid. Before their potential use, it is necessary to investigate whether they are also sensitive to other antibiotics by cultural and molecular methods.

One of the desirable properties of probiotic strains is their ability to enhance the host's natural defence against food pathogens by producing antimicrobial substances [39]. Researchers investigated the antimicrobial activity of 62 lactic acid bacteria strains and 21 starter cultures in a study. No activity was observed against *L. innocua* F, *B. subtilis*, and *B. cereus*. It was determined that other LAB strains tested showed varying amounts of activity against different test organisms. Our study determined that the isolates showed varying activity against the *E. faecium* DSMZ 13590 strain. The obtained data confirmed that LAB's antimicrobial activity is variable and a general feature of LAB, as stated by other researchers [40].

Pepsin resistance is an important advantage for probiotic strains to pass through the stomach and reach the intestines. The current study determined that *E. durans* K2-1, K2-2, and K3-2 strains resisted 3 mg/ml pepsin. Similarly, in a study conducted by Pieniz et al. [31], it was determined that the *E. durans* LAB18 strain had high survival ability in the presence of simulated

gastric fluid containing pepsin (pH 3.0) and simulated intestinal fluid containing pancreatin (pH 8.0, with or without the addition of bile salts).

Heavy metals can harm human health and disrupt the intestinal microbiota, leading to dysbiosis. Probiotics offer a promising solution in reducing the damage caused by heavy metals and rebalancing the intestinal microbiota [41]. In addition, from an environmental perspective, probiotic bacteria can be used in the bioremediation of heavy metals. These bacteria can effectively combat environmental pollution by reducing the toxic effects of heavy metals [42]. It is seen that the *E. durans* strains isolated in our study are resistant to heavy metals other than chromium and may be potentially useful in heavy metal bioremediation. Our findings align with this concept, reinforcing the potential health benefits of using *E. durans* as a probiotic. Heavy metal resistance indicated environmental adaptability.

Adhesion to epithelial cells is the primary indicator of the beneficial effects of LAB in resisting the invasion of pathogenic bacteria, balancing the intestinal microbiota. Immune regulation The hydrophobicity of the cell surface can improve the interaction between probiotics and epithelial cells. At the same time, the autoaggregation ability allows probiotics to reach high cell density in the intestine [43]. Coaggregation with pathogenic bacteria can form a barrier to prevent the adhesion and colonization of pathogenic bacteria and remove them from the intestinal tract [44]. Autoaggregation capacities of *E. durans* isolates were found as (K2-2, 60.18%), (K2-1, 56.55%), and (K3-2, 19.11%), respectively (**Figure 1**). One of the important criteria is that probiotic bacteria stick together on the intestinal surface so they can hold on to the intestine and effectively remove pathogens. *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, and *Staphylococcus aureus* strains were used to observe the coaggregation of *E. durans* strains with pathogens (**Figure 3**). Wang et al. [45] showed that 5 LAB strains isolated from giant panda had strong adhesion to Caco-2 cell line as well as autoaggregation and coaggregation abilities. Mohanty et al., [46] obtained similar results for *L. plantarum* DM 69. It has been previously reported that biofilm probiotics exhibit superior gastrointestinal (GI) tract resistance and adherence capacity and therapeutic effects on pathogen infections compared with planktonic probiotics [47].

Sequencing results identified *Enterococcus durans* K2-1 and K2-2 as the strongest probiotic candidates. These strains, isolated from homemade kefir grains, demonstrate unique local adaptations, making them excellent candidates for probiotic applications.

Conclusions

This study comprehensively evaluated the probiotic potential of lactic acid bacteria (LAB) isolated from homemade kefir grains collected in Türkiye. The findings highlighted that three *E. durans* isolates exhibited remarkable probiotic traits, such as high acid and bile salt resistance, strong antimicrobial activity, intestinal adhesion capability, and heavy metal resistance. These features emphasize the importance of local isolates well-adapted to regional dietary and environmental conditions in developing probiotics.

The results underline the significance of exploring the probiotic potential of locally sourced microorganisms. Utilizing locally sourced kefir isolates enhances the relevance of this study, as regionally adapted strains may be better suited to survive and thrive in specific dietary and environmental conditions. The identified *E. durans* strains show promise for their potential health benefits and as candidates for functional food applications. Future studies should aim to validate these findings through in vivo studies, assess their commercial potential, and investigate their long-term health impacts.

Declarations
The manuscript has not been submitted to any other journal or conference.

Study Limitations
None

Acknowledgements

Funding source
This work was supported by the Ege University Scientific Research Project Coordination Unit (Project number: 22672).

Competing Interests
None

Ethical Approval
This research does not require any kind of ethical permission.

Informed Consent
All authors of this article have given their consent for publication.

References

1. Z. Ahmed, Y. Wang, A. Ahmad, S. T. Khan, M. Nisa, H. Ahmad, & A. Afreen, "Kefir and health: a contemporary perspective," *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 53, no. 5, pp. 422-434, May 2013. https://doi.org/10.1080/10408398.2010.540360
2. U. Purwandari, N. P. Shah, & T. Vasiljevic, "Effects of exopolysaccharide-producing strains of Streptococcus thermophilus on technological and rheological properties of set-type yoghurt," *International Dairy Journal*, vol. 17, no. 11, pp. 1344-1352, Nov. 2007. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.01.018
3. L. Ong, "Influence of probiotic organisms on proteolytic pattern, release of bioactive compounds and sensory attributes of cheddar cheese," Ph.D. dissertation, Victoria University, 2007.
4. J. Yu, W. H. Wang, B. L. G. Menghe, J. T. Jiri, H. M. Wang, W. J. Liu, ... & H. P. Zhang, "Diversity of lactic acid bacteria associated with traditional fermented dairy products in Mongolia," *Journal of Dairy Science*, vol. 94, no. 7, pp. 3229-3241, July 2011. https://doi.org/10.3168/jds.2010-3727
5. S. Ahmed, M. R. Islam, J. Ferdousi, & T. S. Iqbal, "Probiotic Lactobacillus sp. with bioremediation potential of toxic heavy metals," *Bangladesh Journal of Microbiology*, vol. 34, no. 1, pp. 43-46, 2017. https://doi.org/10.3329/bjm.v34i1.39605
6. D. D. Rosa, M. M. Dias, Ł. M. Grześkowiak, S. A. Reis, L. L. Conceição, & M. D. C. G. Peluzio, "Milk kefir: nutritional, microbiological and health benefits," *Nutrition Research Reviews*, vol. 30, no. 1, pp. 82-96, Apr. 2017. https://doi.org/10.1017/S0954422416000275
7. A. C. Ouwehand, S. Salminen, & E. Isolauri, "Probiotics: an overview of beneficial effects," in *Lactic Acid Bacteria: Genetics, Metabolism and Applications: Proceedings of the Seventh Symposium on Lactic Acid Bacteria*, 1–5 September 2002, Egmond aan Zee, the Netherlands,

pp. 279-289. https://doi.org/10.1007/978-94-017-2029-8_18
8. A. M. Leite, M. A. L. Miguel, R. S. Peixoto, P. Ruas-Madiedo, V. M. F. Paschoalin, B. Mayo, & S. Delgado, "Probiotic potential of selected lactic acid bacteria strains isolated from Brazilian kefir grains," *Journal of Dairy Science*, vol. 98, no. 6, pp. 3622-3632, June 2015. https://doi.org/10.3168/jds.2014-9265
9. P. A. Maragkoudakis, G. Zoumpopoulou, C. Miaris, G. Kalantzopoulos, B. Pot, & E. Tsakalidou, "Probiotic potential of Lactobacillus strains isolated from dairy products," *International Dairy Journal*, vol. 16, no. 3, pp. 189-199, Mar. 2006. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2005.02.009
10. P. Shokryazdan, C. C. Sieo, R. Kalavathy, J. B. Liang, N. B. Alitheen, M. Faseleh Jahromi, & Y. W. Ho, "Probiotic potential of Lactobacillus strains with antimicrobial activity against some human pathogenic strains," *BioMed Research International*, vol. 2014, Article ID 927268, 2014. https://doi.org/10.1155/2014/927268
11. S. Pieniz, R. Andreazza, T. Anghinoni, F. Camargo, & A. Brandelli, "Probiotic potential, antimicrobial and antioxidant activities of Enterococcus durans strain LAB18s," *Food Control*, vol. 37, pp. 251-256, Jan. 2014. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.09.055
12. T. Padmavathi, R. Bhargavi, P. R. Priyanka, N. R. Niranjan, & P. V. Pavitra, "Screening of potential probiotic lactic acid bacteria and production of amylase and its partial purification," *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, vol. 16, no. 2, pp. 357-362, Jun. 2018. https://doi.org/10.1016/j.jgeb.2018.03.005
13. K. Mourad & K. Nour-Eddine, "In vitro preselection criteria for probiotic Lactobacillus plantarum strains of fermented olives origin," *International Journal of Probiotics and Prebiotics*, vol. 1, no. 1, pp. 27-34, 2006.
14. M. E. Sanders, L. M. Akkermans, D. Haller, C. Hammerman, J. T. Heimbach, G. Hörmannsperger, & G. Huys, "Safety assessment of probiotics for human use," *Gut Microbes*, vol. 1, no. 3, pp. 164-185, May 2010. https://doi.org/10.4161/gmic.1.3.12127
15. R. K. Pundir, S. R. N. Kashyap, & A. Kaur, "Probiotic potential of lactic acid bacteria isolated from food samples: an in vitro study," *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, vol. 3, no. 3, pp. 085-093, 2013. https://doi.org/10.7324/JAPS.2013.30317
16. S. Tejero-Sariñena, J. Barlow, A. Costabile, G. R. Gibson, & I. Rowland, "In vitro evaluation of the antimicrobial activity of a range of probiotics against pathogens: evidence for the effects of organic acids," *Anaerobe*, vol. 18, no. 5, pp. 530-538, Oct. 2012. https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2012.08.004
17. A. Białecka-Dębek, D. Granda, M. K. Szmidt, & D. Zielińska, "Gut microbiota, probiotic interventions, and cognitive function in the elderly: a review of current knowledge," *Nutrients*, vol. 13, no. 8, Article 2514, 2021. https://doi.org/10.3390/nu13082514
18. Z. B. Guzel-Seydim, T. Kok-Tas, A. K. Greene, & A. C. Seydim, "Functional properties of kefir," *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 51, no. 3, pp. 261-268, Mar. 2011. https://doi.org/10.1080/10408390903579029
19. G. Krausova, I. Hyrslova, & I. Hynstova, "In vitro evaluation of adhesion capacity, hydrophobicity, and auto-aggregation of newly isolated potential probiotic strains," *Fermentation*, vol. 5, no. 4, Article 100, 2019. https://doi.org/10.3390/fermentation5040100
20. F. B. Taheur, B. Kouidhi, K. Fdhila, H. Elabed, R. B. Slama, K. Mahdouani, ... & K. Chaieb,

"Anti-bacterial and anti-biofilm activity of probiotic bacteria against oral pathogens," *Microbial Pathogenesis*, vol. 97, pp. 213-220, Sep. 2016. https://doi.org/10.1016/j.micpath.2016.06.018
21. P. Çalışkan, A. Gökfiliz-Yıldız, H. Özmen, A. Yıldırım, ve A. Uzel, "Juniperus macrocarpa endophytes isolated on standard- and plant extract supplemented-culture media-and evaluation of their antimicrobial activity," Botanica Serbica, vol. 46, no. 2, pp. 217–227, Dec. 2022. https://doi.org/10.2298/BOTSERB2202217C
22. X. Yang, D. Yu, L. Xue, H. Li, ve J. Du, "Probiotics modulate the microbiota–gut–brain axis and improve memory deficits in aged SAMP8 mice," Acta Pharmaceutica Sinica B, vol. 10, no. 3, pp. 475–487, Mar. 2020. https://doi.org/10.1016/j.apsb.2019.07.001
23. L. Masco, C. Crockaert, K. Van Hoorde, J. Swings, ve G. Huys, "In vitro assessment of the gastrointestinal transit tolerance of taxonomic reference strains from human origin and probiotic product isolates of Bifidobacterium," Journal of Dairy Science, vol. 90, no. 8, pp. 3572–3578, Aug. 2007. https://doi.org/10.3168/jds.2006-548
24. L. Fontana, M. Bermudez-Brito, J. Plaza-Diaz, S. Munoz-Quezada, ve A. Gil, "Sources, isolation, characterisation and evaluation of probiotics," British Journal of Nutrition, vol. 109, no. S2, pp. S35–S50, Feb. 2013. https://doi.org/10.1017/S0007114512004011
25. O. Yerlikaya, "Probiotic potential and biochemical and technological properties of Lactococcus lactis ssp. lactis strains isolated from raw milk and kefir grains," Journal of Dairy Science, vol. 102, no. 1, pp. 124–134, Jan. 2019. https://doi.org/10.3168/jds.2018-14983
26. I. Mantzourani, P. Chondrou, C. Bontsidis, K. Karolidou, A. Terpou, A. Alexopoulos, ve S. Plessas, "Assessment of the probiotic potential of lactic acid bacteria isolated from kefir grains: Evaluation of adhesion and antiproliferative properties in in vitro experimental systems," Annals of Microbiology, vol. 69, pp. 751–763, Dec. 2019. https://doi.org/10.1007/s13213-019-01467-6
27. C. B. Comerlato, J. Prichula, F. M. Siqueira, A. C. Ritter, A. P. M. Varela, F. Q. Mayer, ve A. Brandelli, "Genomic analysis of Enterococcus durans LAB18S, a potential probiotic strain isolated from cheese," Genetics and Molecular Biology, vol. 45, pp. e20210201, Mar. 2022. https://doi.org/10.1590/1678-4685-GMB-2021-0201
28. G. Vinderola, A. Binetti, P. Burns, ve J. Reinheimer, "Cell viability and functionality of probiotic bacteria in dairy products," Frontiers in Microbiology, vol. 2, pp. 70, Apr. 2011. https://doi.org/10.3389/fmicb.2011.00070
29. M. Chávarri, I. Marañón, R. Ares, F. C. Ibáñez, F. Marzo, ve M. del Carmen Villarán, "Microencapsulation of a probiotic and prebiotic in alginate-chitosan capsules improves survival in simulated gastro-intestinal conditions," International Journal of Food Microbiology, vol. 142, no. 1–2, pp. 185–189, Jun. 2010. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.06.022
30. S. Salminen, A. C. Ouwehand, ve E. Isolauri, "Clinical applications of probiotic bacteria," International Dairy Journal, vol. 8, no. 5–6, pp. 563–572, May-Jun. 1998. https://doi.org/10.1016/S0958-6946(98)00077-6
31. P. Markowiak ve K. Śliżewska, "Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on human health," Nutrients, vol. 9, no. 9, pp. 1021, Sep. 2017. https://doi.org/10.3390/nu9091021
32. J. Beganović, B. Kos, A. L. Pavunc, K. Uroić, P. Džidara, ve J. Šušković, "Proteolytic activity of probiotic strain Lactobacillus helveticus M92," Anaerobe, vol. 20, pp. 58–64, Apr.

2013. https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2013.02.004
33. FAO/WHO, "Report of a joint FAO/WHO working group on drafting guidelines for the evaluation of probiotics in food," Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 2002. [Online]. Available: ftp://ftp.fao.org/es/esn/food/wgreport2.pdf
34. X. X. Zhou, Y. J. Pan, Y. B. Wang, ve W. F. Li, "In vitro assessment of gastrointestinal viability of two photosynthetic bacteria, Rhodopseudomonas palustris and Rhodobacter sphaeroides," Journal of Zhejiang University Science B, vol. 8, pp. 686–692, Sep. 2007. https://doi.org/10.1631/jzus.2007.B0686
35. L. Morelli, "In vitro selection of probiotic lactobacilli: a critical appraisal," Current Issues in Intestinal Microbiology, vol. 1, no. 2, pp. 59–67, Jul. 2000.
36. J. Atanasova, P. Moncheva, ve I. Ivanova, "Proteolytic and antimicrobial activity of lactic acid bacteria grown in goat milk," Biotechnology & Biotechnological Equipment, vol. 28, no. 6, pp. 1073–1078, Nov. 2014. https://doi.org/10.1080/13102818.2014.971487
37. J. Alomar, P. Loubière, C. Delbes, S. Nouaille, ve M. C. Montel, "Effect of Lactococcus garvieae, Lactococcus lactis and Enterococcus faecalis on the behaviour of Staphylococcus aureus in microfiltered milk," Food Microbiology, vol. 25, no. 3, pp. 502–508, Jun. 2008. https://doi.org/10.1016/j.fm.2008.01.005
38. K. Başoğlu ve A. Ayaz, "Ağır metal maruziyetinde disbiyozis ve probiyotikler," Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, vol. 14, no. 1, pp. 146–158, Apr. 2021. https://doi.org/10.26559/mersinsbd.709342
39. L. R. Peterson ve C. J. Shanholtzer, "Tests for bactericidal effects of antimicrobial agents: technical performance and clinical relevance," Clinical Microbiology Reviews, vol. 5, no. 4, pp. 420–432, Oct. 1992. https://doi.org/10.1128/cmr.5.4.420
40. Z. Guo, X. M. Liu, Q. X. Zhang, Z. Shen, F. W. Tian, H. Zhang, ... ve W. Chen, "Influence of consumption of probiotics on the plasma lipid profile: a meta-analysis of randomised controlled trials," Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases, vol. 21, no. 11, pp. 844–850, Nov. 2011. https://doi.org/10.1016/j.numecd.2011.04.008
41. M. C. Collado, J. Meriluoto, ve S. Salminen, "Role of commercial probiotic strains against human pathogen adhesion to intestinal mucus," Letters in Applied Microbiology, vol. 45, no. 4, pp. 454–460, Oct. 2007. https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2007.02212.x
42. J. Wang, Y. Pu, Y. Zeng, Y. Chen, W. Zhao, L. Niu, ... ve X. Ni, "Multi-functional potential of five lactic acid bacteria strains derived from Giant panda (Ailuropoda melanoleuca)," Probiotics and Antimicrobial Proteins, pp. 1–14, Mar. 2023. https://doi.org/10.1007/s12602-021-09881-6
43. A. Zawistowska-Rojek, A. Kośmider, K. Stępień, ve S. Tyski, "Adhesion and aggregation properties of Lactobacillaceae strains as protection ways against enteropathogenic bacteria," Archives of Microbiology, vol. 204, no. 5, pp. 285, May 2022. https://doi.org/10.1007/s00203-022-02889-8
44. C. Vuotto, F. Longo, ve G. Donelli, "Probiotics to counteract biofilm-associated infections: promising and conflicting data," International Journal of Oral Science, vol. 6, no. 4, pp. 189–194, Dec. 2014. https://doi.org/10.1038/ijos.2014.52
45. M. H. Tazehabadi, A. Algburi, I. V. Popov, A. M. Ermakov, V. A. Chistyakov, E. V. Prazdnova, ... ve M. L. Chikindas, "Probiotic bacilli inhibit Salmonella biofilm formation without killing planktonic cells," Frontiers in Microbiology, vol. 12, pp. 615328, Jan. 2021. https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.615328

46. D. Mohanty, S. Panda, S. Kumar, ve P. Ray, “In vitro evaluation of adherence and anti-infective property of probiotic Lactobacillus plantarum DM 69 against Salmonella enterica,” Microbial Pathogenesis, vol. 126, pp. 212–217, Nov. 2019. https://doi.org/10.1016/j.micpath.2018.11.014
47. E. Berkes, Y. H. Liao, D. Neef, M. Grandalski, ve N. Monsul, “Potentiated in vitro probiotic activities of Lactobacillus fermentum LfQi6 biofilm biomass versus planktonic culture,” Probiotics and Antimicrobial Proteins, vol. 12, no. 3, pp. 1097–1114, Sep. 2020. https://doi.org/10.1007/s12602-019-09621-w

Yerli Kefir Dənələrindən İzolyasiya Olunmuş Mikroorqanizmlərin Probiyotik Xüsusiyyətlərinin In Vitro Şəraitdə Xarakteristikası

Müge Akay Yüce[1], Ataç Uzel[2]

[12]Ege Universiteti, Elm Fakültəsi, Biologiya Kafedrası, Bornova, İzmir, Türkiyə, 35100
[1]Magistr, Bioloq, Ege Universiteti, Elm Fakültəsi, Biologiya Kafedrası, Bornova, İzmir, Türkiyə, e-poçt: mugeakay202@hotmail.com, ORCID: 0000-0003-3006-792X
[2]Professor, Biologiya elmləri doktoru, Ege Universiteti, Elm Fakültəsi, Biologiya Kafedrası, Bornova, İzmir, Türkiyə, e-poçt: atac.uzel@ege.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1304-0509

XÜLASƏ

Məqsəd: Bu tədqiqat yerli mənşəli evdə hazırlanmış kefir dənələrindən izolyasiya olunmuş süd turşusu bakteriyalarının (STB) potensial probiyotik xüsusiyyətlərinin in vitro şəraitdə xarakterizasiyasını məqsəd qoyur.
Metodlar: Ümumilikdə 30 izolat əldə edilmişdir, bunlardan 23-ü bakteriya, 7-si isə maya göbələyi olmuşdur. Bakterial izolatlara Qram boyama, katalaza və oksidaza testləri tətbiq olunmuşdur. Onlardan 12 ədəd Qram-müsbət, katalaza-mənfi bakteriya daha ətraflı analiz üçün seçilmişdir. Seçilmiş izolatlar pH-a davamlılıq, öd duzu müqaviməti, antibiotiklərə qarşı müqavimət, antimikrob aktivlik, proteolitik aktivlik, hemolitik aktivlik, bağırsaq epitelinə yapışma (avtoaqreqasiya və koaqreqasiya) və ağır metallara qarşı müqavimət testlərinə məruz qalmışdır.
Nəticələr: Üç izolat güclü probiyotik potensial nümayiş etdirmiş və 16S rDNT analizləri nəticəsində Enterococcus durans kimi identifikasiya olunmuşdur.
Nəticə: Tədqiqat göstərir ki, yerli mənbədən izolyasiya olunmuş və təbii yolla mövcud olan mikroorqanizm ştammları probiyotik tətbiqlər baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Açar sözlər: Probiyotiklər, kefir, süd turşusu bakteriyaları, Enterococcus durans, yerli izolatlar.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0692

THE EFFECTS OF ENVIRONMENTAL CONTAMINANTS ON GENOMIC STABILITY AND IMMUNE DYSREGULATION IN AUTISM

Mohamed Attia[1], Manar Marghany[1], Sheikh Fayaz[2] Ahmed, Saleh Bakheet[2]

[1] Department of Clinical Pharmacy at the Egyptian Russian University, Cairo, Egypt, teaching assistant, mohamed-attia@eru.edu.eg, https://orcid.org/0009-0002-3623-1137
[2] Department of Clinical Pharmacy at the Egyptian Russian University, Cairo, Egypt, teaching assistant, manarehab182030@gmail.com
[3] Department of Pharmacology and Toxicology, King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia, professor, fashaikh@ksu.edu.sa, https://orcid.org/0000-0002-8282-3726
[4] Department of Pharmacology and Toxicology, King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia, professor, sbakheet@ksu.edu.sa

ABSTRACT

Autism spectrum disorder (ASD) is a neurodevelopmental disorder that is becoming increasingly prevalent, and genetic instability has been investigated as a possible cause. This study examines the nature and extent of DNA damage and repair efficiency in autistic children and BTBR T+Itpr3tf/J (BTBR) mouse model for autism, when exposed to environmental toxins including methylmercury and aflatoxin B1. Lymphocytes from autistic children show increased levels of basal oxidative DNA damage and decreased repair efficiency. Furthermore, BTBR mice exposed to methylmercury and aflatoxin B1 show increased genomic instability, oxidative stress, and dysregulated DNA repair pathways, as well as worsening in clinical symptoms such as sociability and repetitive behaviors. The protective effects of H-4 receptor antagonist JNJ7777120 and the PARP1 inhibitor 3-Aminobenzamide (3-AB) are evaluated in mitigating DNA damage and enhancing DNA repair efficiency. The findings indicate that these therapeutic agents significantly improve DNA repair efficacy through up-regulating DNA repair gene expression, reduce oxidative DNA damage by boost antioxidant capacity, and ameliorate autism-like clinical and behavioral symptoms in BTBR mice. Therefore, findings show that patients suffering from autism may benefit from therapeutic strategies aimed at improving oxidative balance and DNA repair efficiency.

Keywords: *Autism, DNA repair, Genomic instability, Methylmercury, Aflatoxin B1, JNJ7777120, 3-Aminobenzamide.*

INTRODUCTION

One of the characteristic features in autism is impaired social interactions, repetitive behaviors, and cognitive impairments. previous studies have linked between genomic instability and DNA repair inefficiency and autism pathogenesis (1). Several studies have demonstrated that children with autism exhibit increased basal DNA strand breaks, higher susceptibility to oxidative DNA damage, and slower repair rates compared to neurotypical children. Transcriptomic profiling of lymphocytes from autistic children has revealed downregulation of key DNA repair genes, implicating genomic instability might be a potential risk factor for the initiation and

progression of neurodevelopmental disorders (2, 3). These findings raise concerns regarding the increased sensitivity of individuals with autism to environmental contaminants, such as heavy metals and mycotoxins.

Methylmercury and Aflatoxin Exposure in BTBR Autistic Mice

Methylmercury is a potent neurotoxin that builds up in the brain, disrupting normal cellular functions and intensifying oxidative stress, which may eventually result in genomic instability (4). In this study, BTBR mice were exposed to a daily methylmercury dose of 0.2 mg/kg for 28 days. This exposure significantly increased the formation of micronuclei and DNA strand breaks in bone marrow cells. Markers of oxidative stress revealed heightened lipid peroxidation and a decreased glutathione ratio, indicating a weakened antioxidant defense system. Furthermore, notable alterations in the expression of several DNA repair genes were observed, supporting the idea that methylmercury exposure heightens genetic vulnerability, particularly in individuals with autism.

Aflatoxin B1 which is a commonly present toxin in contaminated food especially grains, caused significant genomic instability in BTBR mice. And obervation from the study is that aflatoxin exposure caused an increase in chemokine receptor expression in both the brain and spleen, suggesting a link between aflatoxin B1, neuroinflammation, and immune system dysfunction. Further molecular analysis showed that aflatoxin B1 not only intensified oxidative DNA damage but also interfered with the body's ability to repair it, potentially worsening genetic vulnerabilities related to autism.

Materials and Methods

Study Design and Ethical Approval

This study was conducted to investigate genomic instability, DNA repair efficiency, and genotoxic susceptibility in autism using both human and animal models. The experimental procedures involving human samples were approved by the respective institutional ethics committees, and informed consent was obtained from all participants or their legal guardians. Animal studies were performed in accordance with the National Institutes of Health guidelines for the care and use of laboratory animals and were approved by the institutional animal care and use committee.

Human Sample Collection and Analysis Peripheral blood samples were obtained from children diagnosed with autism spectrum disorder (ASD) and age-matched neurotypical controls. The samples were processed for cytogenetic and transcriptomic analysis to evaluate DNA damage and repair mechanisms. Standard karyotyping and fluorescence in situ hybridization (FISH) were performed to detect chromosomal aberrations. Comet assays were conducted to assess DNA strand breaks, and quantitative PCR was used to analyze the expression levels of DNA repair genes.

Animal Models and Housing Conditions

BTBR T+Itpr3tf/J (BTBR) mice, a well-established model of autism, and control C57BL/6J mice were obtained from the Jackson Laboratory. The animals were housed in temperature-controlled conditions (22 ± 2°C) with a 12-hour light/dark cycle and provided with ad libitum access to standard chow and water. Mice were randomly assigned to experimental groups.

Methylmercury and Aflatoxin Exposure

To evaluate the effects of environmental toxicants on genomic stability in autistic models, BTBR and C57BL/6J mice were exposed to methylmercury and aflatoxin. Methylmercury

(Sigma, St. Louis, MO, USA) was administered orally at a dose of 0.2 mg/kg/day for 28 days via a gastric tube. Aflatoxin B1 (Sigma-Aldrich) was dissolved in dimethyl sulfoxide (DMSO) and administered intraperitoneally at a dose of 50 μg/kg twice per week for four weeks. Control groups received vehicle treatments.

Drug Treatment with JNJ7777120 and 3-Aminobenzamide (3-AB)

To investigate potential therapeutic interventions, JNJ7777120, a histamine H4 receptor antagonist, and 3-aminobenzamide (3-AB), a poly (ADP-ribose) polymerase (PARP) inhibitor, were administered. JNJ7777120 was given intraperitoneally at 10 mg/kg daily for four weeks. 3-AB was administered at 10 mg/kg/day via intraperitoneal injection for the same duration.

Cytogenetic and Molecular Analyses

Micronucleus Assay Bone marrow smears were prepared from femurs of treated and control mice. The frequency of micronucleated polychromatic erythrocytes (MN-PCE) was determined using fluorescence in situ hybridization (FISH) with centromeric probes to differentiate between chromosome loss and breakage events.

Comet Assay Oxidative DNA damage was assessed using a modified comet assay. Single-cell suspensions were embedded in agarose, lysed, and electrophoresed under alkaline conditions. DNA strand breaks were quantified based on tail length and DNA intensity using a fluorescence microscope and image analysis software.

Oxidative Stress Markers Lipid peroxidation was measured by determining malondialdehyde (MDA) levels using a thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) assay. Reduced and oxidized glutathione (GSH/GSSG) ratios were determined spectrophotometrically.

Gene Expression Analysis Total RNA was extracted from brain tissue using TRIzol reagent, and cDNA was synthesized. Quantitative PCR (qPCR) and PCR array analysis were performed to assess the expression of genes involved in DNA repair, including PARP1, XRCC1, and OGG1.

Statistical Analysis Data were analyzed using GraphPad Prism software. Comparisons between groups were performed using one-way or two-way ANOVA followed by Tukey's post hoc test. A p-value of <0.05 was considered statistically significant.

Results and Discussion

Lymphocytes from autistic children displayed significantly higher levels of oxidative DNA strand breaks compared to controls (Figure 1). The comet assay revealed increased DNA fragmentation, suggesting a compromised DNA repair response. Transcriptomic profiling confirmed downregulation of critical DNA repair genes, including OGG1 and XRCC1, which are essential for oxidative DNA damage repair. These findings align with previous studies linking DNA repair inefficiency to ASD susceptibility.

In BTBR mice, methylmercury exposure led to a marked increase in micronuclei formation in bone marrow cells (Figure 2), confirming chromosomal instability. The comet assay further demonstrated an increase in DNA strand breaks, while oxidative stress markers, such as malondialdehyde (MDA) levels and GSH/GSSG ratios, indicated substantial oxidative damage. Gene expression analysis revealed significant dysregulation in key DNA repair pathways, reinforcing the hypothesis that methylmercury exposure exacerbates genomic instability in autism.

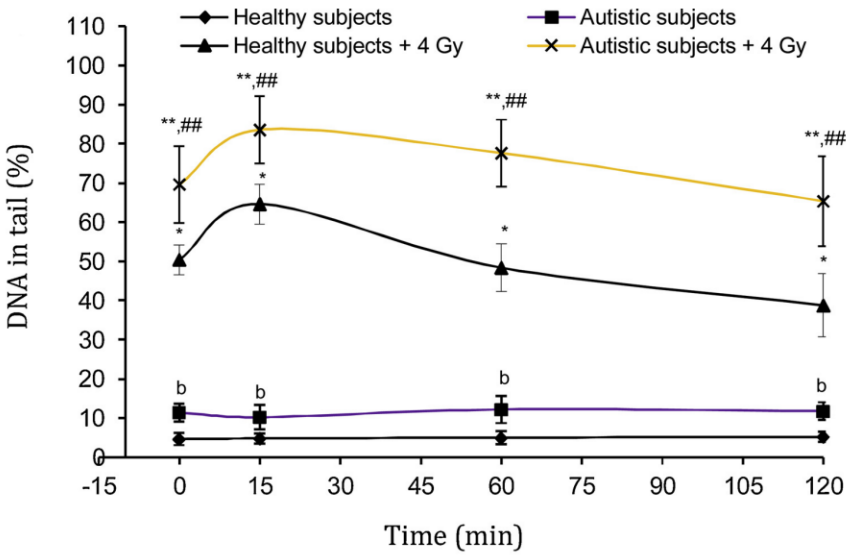


Figure 1: DNA damage and repair efficiency in lymphocytes isolated from healthy and autistic children with or without mutagen exposure (4 Gy) (mean ± SD). Aliquots of lymphocytes without or with γ-irradiation were retrieved for analysis 0, 15, 30, 60, and 120 min.

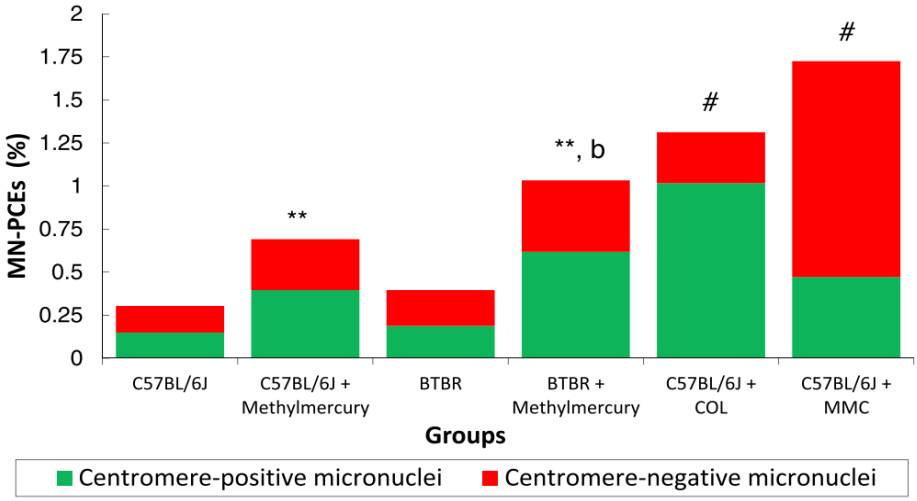


Figure 2: The contribution of aneugenicity (green) and clastogenicity (red) to the induced MN-PCEs frequencies. MNPCEs = micronucleated polychromatic erythrocytes, MMC = mitomycin C (2 mg/kg), COL = colchicine (2 mg/kg), and methylmercury (0.2 mg/kg/day for 28 days) (N = 6). ** P < 0.01 versus untreated C57BL/6 J control mice, b P < 0.01 versus methylmercury-exposed C57BL/6 J mice (One-way ANOVA test followed by Bonferroni for multiple comparisons). #P < 0.01 versus untreated C57BL/6 J control mice (Student's t-test). Data presented as mean ± SD.

Similarly, aflatoxin B1 exposure led to increased expression of chemokine receptors in BTBR mice, suggesting a neuroinflammatory response (Figure 3). The RT-PCR analysis of brain tissues showed an upregulation of CXCR3 and CCR7, known to be involved in inflammatory signaling. These findings suggest that aflatoxin B1 not only induces genomic instability but also contributes to neuroimmune alterations associated with autism.

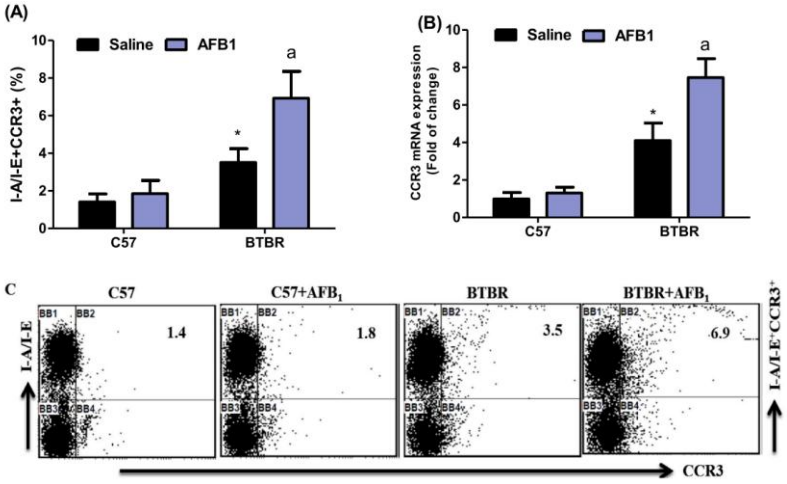


Figure 3: A. The impact of AFB1 treatment on CCR3-expressing I-A/I-E+ cells in the spleen was investigated using flow cytometry. B The effects of AFB1 exposure on mRNA expression of CCR3 in the brain were examined using RT-PCR. C Representative FSC-SSC dot plots of I-A/I-E+CCR3+ cells were obtained from each mouse spleen cell. The statistical analysis was carried out using two-way ANOVA followed by Tukey's post hoc test, which was adjusted for multiple comparisons. All data are presented as mean ± SD (n=6/group). *p

The administration of JNJ7777120 significantly reduced radiation-induced DNA damage in BTBR mice (Figure 4). Comet assay results demonstrated a lower frequency of DNA strand breaks post-treatment. Additionally, JNJ7777120 ameliorated repetitive behaviors in BTBR mice, suggesting a neuroprotective effect. The anti-inflammatory and antioxidative properties of JNJ7777120 may contribute to its therapeutic efficacy in restoring DNA repair efficiency.

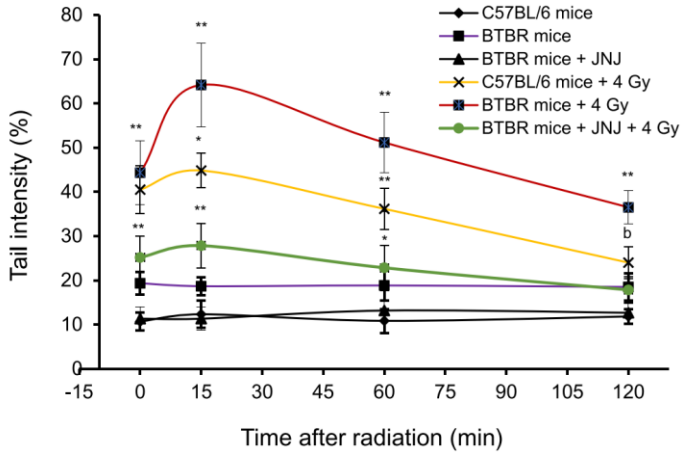


Figure 4: DNA damage and repair capacity as evaluated by the comet Assay. *P < 0.05 and **P < 0.01 vs. the corresponding C57BL/6J control mice (Kruskal-Wallis test). b P < 0.01 vs. BTBR mice (Mann-Whitney U test). Values represent mean ± SD, n = 6. Bone marrow cells were collected at 0, 15, 50, and 120 min after gamma radiation. Mice were exposed to 4 Gy 24 h following the final administration of JNJ7777120 (20 mg/kg, twice daily for five consecutive days).

3-Aminobenzamide treatment effectively reduced oxidative DNA strand breaks and DNA

methylation levels in BTBR mice (Figure 5). Gene expression analysis indicated upregulation of OGG1 and RAD1, key components of the base excision repair pathway. These findings suggest that 3-AB may counteract the detrimental effects of environmental toxicants by enhancing DNA repair efficiency.

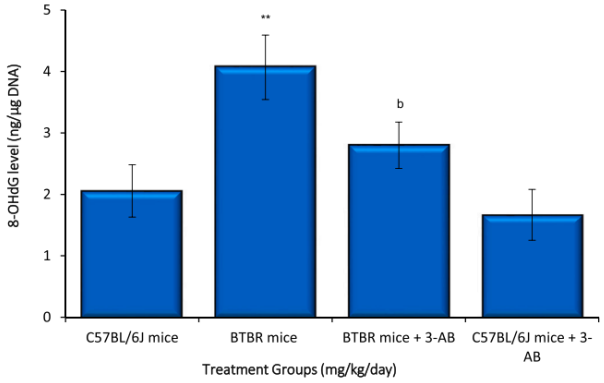


Figure 5: Levels of 8-OHdG in mouse hippocampus tissues 24 h following the last treatment with 3-aminobenzamide (3-AB; 30 mg/kg/day) for seven consecutive days (means ± SD). **P < 0.01 vs. untreated C57BL/6J mice (Kruskal-Wallis test). b P < 0.01 vs. untreated BTBR animals (Mann-Whitney U test)

Conclusion

This study provides compelling evidence that genomic instability and impaired DNA repair mechanisms contribute to autism pathogenesis. Environmental toxicants such as methylmercury and aflatoxin B1 exacerbate DNA damage and oxidative stress in BTBR mice, reinforcing the need for protective interventions. JNJ7777120 and 3-Aminobenzamide demonstrate significant potential in restoring DNA repair efficiency and mitigating autism-related impairments. Future research should explore targeted therapies that enhance genomic stability and reduce environmental risk factors in individuals with autism.

Acknowledgments

The authors acknowledge funding support and technical assistance by King Saud University from the grants number 1-18-03-001-0023, RG-120, and RSPD2024R709.

Conflicts of Interest

The authors declare no competing financial interests.

Ethical Approval

All procedures involving animals and human subjects were conducted following institutional guidelines and ethical approval from King Saud University, and informed consent was taken.

References

[1] Mosca E, Bersanelli M, Gnocchi M, Moscatelli M, Castellani G, Milanesi L, Mezzelani A. Network diffusion-based prioritization of autism risk genes identifies significantly connected gene modules. Front Genet. 2017 Sep 25;8:129. doi: 10.3389/fgene.2017.00129. PMID: 28993790; PMCID: PMC5622537.

[2] Jhanji M, Krall CL, Guevara A, Yoon B, Sajish M, Boccuto L, Lizarraga SB. The intersection of inflammation and DNA damage as a novel axis underlying the pathogenesis of autism spectrum disorders. bioRxiv [Preprint]. 2024 Dec 11:2024.12.11.627854. doi: 10.1101/2024.12.11.627854. PMID: 39713319; PMCID: PMC11661205.

[3] Xu H, Rosales-Reynoso MA, Barros-Núñez P, Peprah E. DNA repair/replication transcripts are downregulated in patients with Fragile X Syndrome. BMC Res Notes. 2013 Mar 11;6:90. doi: 10.1186/1756-0500-6-90. PMID: 23497562; PMCID: PMC3637561.
[4] Ahmad SF, Bakheet SA, Ansari MA, Nadeem A, Alobaidi AF, Attia SM, Alhamed AS, Aldossari AA, Mahmoud MA. Methylmercury chloride exposure aggravates proinflammatory mediators and Notch-1 signaling in CD14+ and CD40+ cells and is associated with imbalance of neuroimmune function in BTBR T+ Itpr3tf/J mice. Neurotoxicology. 2021 Jan;82:9-17. doi: 10.1016/j.neuro.2020.10.014. PMID: 33166615.

Mühit çirkləndiricilərinin genom sabitliyinə və immun sistemin pozulmasına təsiri: autizm kontekstində tədqiqat

Mohamed Attia[1], Manar Marghany[1], Sheikh Fayaz[2] Ahmed, Saleh Bakheet[2]

[1] Misir-Rusiya Universitetinin Klinik Əczaçılıq Kafedrası, Qahirə, Misir, müəllim köməkçisi, mohamed-attia@eru.edu.eg, [ORCID: 0009-0002-3623-1137]
[2] Misir-Rusiya Universitetinin Klinik Əczaçılıq Kafedrası, Qahirə, Misir, müəllim köməkçisi, manarehab182030@gmail.com
[3] Səudiyyə Ərəbistanı, Ər-Riyad, Kral Saud Universiteti, Farmakologiya və Toksikologiya Kafedrası, professor, fashaikh@ksu.edu.sa, [ORCID: 0000-0002-8282-3726]
[4] Səudiyyə Ərəbistanı, Ər-Riyad, Kral Saud Universiteti, Farmakologiya və Toksikologiya Kafedrası, professor, sbakheet@ksu.edu.sa

XÜLASƏ
Autizm spektr pozuntusu (ASP) son dövrlərdə yayılma tezliyi artan neyroinkişaf pozuntusudur və genetik qeyri-sabitlik bu vəziyyətin mümkün səbəblərindən biri kimi araşdırılmışdır. Bu tədqiqat autizmli uşaqlarda və autizm üçün BTBR T+Itpr3tf/J (BTBR) siçan modeli üzərində ətraf mühit toksinlərinə – metilcivə və aflatoksin B1 – məruz qalma zamanı DNT zədələnməsinin xarakterini, miqyasını və təmir effektivliyini qiymətləndirir. Autizmli uşaqlardan alınmış limfositlərdə bazal oksidativ DNT zədələnməsi səviyyəsi yüksək, DNT təmirinin effektivliyi isə aşağı olmuşdur. Bundan əlavə, metilcivə və aflatoksin B1-ə məruz qalan BTBR siçanlarında genom sabitliyində pozulmalar, oksidativ stressin artması və DNT təmir mexanizmlərinin tənzimlənməsində pozuntular müşahidə edilmiş, eyni zamanda sosial davranış pozuntuları və təkrarlanan hərəkətlər kimi klinik əlamətlərin şiddətlənməsi qeydə alınmışdır. H-4 reseptoru antagonistinin (JNJ7777120) və PARP1 inhibitoru olan 3-aminobenzamidin (3-AB) DNT zədələnməsini azaltmaq və DNT təmir effektivliyini artırmaq baxımından qoruyucu təsirləri qiymətləndirilmişdir. Nəticələr göstərmişdir ki, bu terapevtik vasitələr DNT təmir genlərinin ekspressiyasını artırmaqla DNT bərpa proseslərini əhəmiyyətli dərəcədə gücləndirir, antioksidant tutumu artırmaqla oksidativ DNT zədələnməsini azaldır və BTBR siçanlarında autizmə bənzər klinik və davranış əlamətlərini yüngülləşdirir. Beləliklə, əldə olunan nəticələr göstərir ki, autizmdən əziyyət çəkən şəxslər üçün oksidativ tarazlığın və DNT təmir effektivliyinin yaxşılaşdırılmasına yönəlmiş terapevtik yanaşmalar faydalı ola bilər.
Açar sözlər: Autizm, DNT təmiri, Genom sabitsizliyi, Metilcivə, Aflatoksin B1, JNJ7777120, 3-Aminobenzamid.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0699

MATHEMATICAL MODELING OF THE PROCESS OF CLEANING THE WATER ECOSYSTEM IN ENVIRONMENTAL PROTECTION

F.V. Yusubov[1], Z.Z. Aghamaliyev[2,3]

[1]Azerbaijan Technical University
Orcid 0000-0002-3496-8947, yusfax@mail.ru
[2] Academician Y.Mammadaliyev Scientific Research, Institute of Petrochemical Processes
[3]Azerbaijan State Oil and Industry University "Faculty of Chemical Technology"
http://orcid.org/0000-0003-2866-1401, zaur.agamaliyev.z@asoiu.edu.az

ABSTRACT
Mathematical modeling of the process of adsorption of Pb^{2+} and Cd^{2+} heavy metals from wastewater is of great importance in scientific, practical, and also in various industrial fields, food safety. It was determined that the maximum adsorption capacities of Pb^{2+}, Cd^{2+} heavy metals from wastewater by CaX synthetic zeolite (at 25ºC temperature and 15 kPa pressure) were 61 and 34 mg/g, respectively. The kinetic regularities of the adsorption process of Pb^{2+} and Cd^{2+} heavy metals showed that saturation occurs in the interval of 65-70 minutes. It was revealed that more effective and accurate adsorption processes can be implemented with the correct integration of various methods. A regression mathematical model of the process was constructed. The constructed mathematical model can be the basis for the optimal design of the process of cleaning heavy metals from wastewater in the future.
Keywords: Environment, food safety, wastewater, heavy metals, isotherm, mathematical model

INTRODUCTION
In solving environmental problems, the cleanliness of the water ecosystem is of great importance in food safety and human health. As a result of ecological problems, environmental pollution caused by man increases the overexploitation of natural products and climate change. The main ecological problems mainly cover the following areas:
1. Climate change - Global warming occurs as a result of the release of gases from industrial enterprises into the environment.
2. Air, water and soil pollution - Industrial activities, facilities and household waste pollute the environment.
3. Impact on biodiversity - destruction of natural habitats, poaching and climate change have a negative impact on animal and plant development.
4. Resource depletion - Deforestation, overexploitation of natural resources weaken ecosystems.
The impacts of information and communication technologies on the environment are as follows[1-3].
1. Positive impacts
Use of resources - With digital technology, it is possible to ensure more efficient use of natural resources. For example, smart energy systems help to use water and energy resources. Monitoring and data collection: Satellite technologies and big data can be used to monitor the state of the environment. This allows problems to be identified and solutions to be found more quickly.

2. Negative impacts
Electronic waste: The rapid renewal of technology results in a large number of electronic devices and can increase environmental pollution, including pollution of aquatic ecosystems, which are not properly recycled. [4-7].
Energy consumption: Cloud technologies and large data centers consume a lot of energy. Although some of this energy comes from renewable sources, some comes from fossil fuels.
Material resources: The acquisition of rare metals needed for the production of electronic equipment also harms the environment. Proper application of technology can help protect the environment, but improper use and management can create new environmental problems. Finding efficient and sustainable technological solutions plays an important role in solving these problems.
Main part. Mathematical modeling of the adsorption of heavy metals, including Pb^{2+} and Cd^{2+}, and the application of information and communication technologies are very relevant. The application of information and communication technologies is based on a mathematical model of the process [8, 9, 13-20]. To understand these processes in detail, the following key points should be considered:
1. Adsorption isotherms:
Langmuir Isotherm: It is assumed that there are a certain number of adsorption sites on a unit surface and that all of these sites have the same energy.
Freundlich Isotherm: Assumes that the adsorption energy on the surface is variable and that the adsorption sites on the adsorption surface are heterogeneous.
BET Isotherm: This model is mostly used to describe multilayer adsorption processes.
2. Kinetic Models:
Pseudo-first-order kinetics: Assumes that the adsorption rate varies in a first-order manner with the concentration of the adsorbed substance.
Pseudo-first-order kinetics: Assumes that the adsorption rate is related to the concentration of both the adsorbed substance and the free adsorption sites.
3. Diffusion Models:
Filter model: Used to describe diffusion processes and adsorption mechanisms.
1. Model parameter development and simulation:
Computer programs: Simulation of mathematical models can be performed using programs such as MATLAB, COMSOL Multiphysics.
Data Analysis: Optimization of adsorption processes through data analytics.
2. Monitoring and Control Systems:
Sensor technologies: Various sensors and devices for real-time measurement of lead and cadmium concentrations. Information technologies for remote monitoring and control of the adsorption process.
3. Data storage and processing:
Cloud computing: Use of cloud solutions for storage and processing of large volumes of data. Machine learning and artificial intelligence: More accurate modeling and prediction of adsorption processes
The equations used for mathematical modeling of Pb^{2+} and Cd^{2+} adsorption are based on several different isotherm and kinetic models. Here, the equations of some of the main models are presented below[9-12].
1. Langmuir isotherm

The Langmuir isotherm describes monolayer adsorption and is given by the following equation:

$$qe = (qmax\ KL\ Ce) / (1 + KL\ Ce) \quad (1)$$

qe: equilibrium amounts of adsorbed Pb^{2+}, Cd^{2+} (mg/g); qmax: maximum adsorption capacity (mg/g); KL: Langmuir constant (L/mg); Ce: equilibrium concentration (mg/L)

2. Freundlich isotherm

The Freundlich isotherm describes adsorption on heterogeneous surfaces and is given by the following equation:

$$qe = KF\ Ce(1/n) \quad (2)$$

qe: equilibrium amount of adsorbed Pb^{2+} and Cd^{2+} (mg/g); KF: Freundlich constant; 1/n: heterogeneity factor; Ce: equilibrium concentration (mg/L)

3. BET isotherm

BET isotherm describes multilayer adsorption and is given by the following equation:

$$Ce / ((qmax - qe)\ Ce) = 1 / (qmax\ KBET) + (Ce / qmax) \quad (3)$$

qe: equilibrium amount of adsorbed Pb^{2+}, Cd^{2+} (mg/g); qmax: maximum adsorption capacity (mg/g); KBET: BET constant; Ce: equilibrium concentration (mg/L)

4. Pseudo-first-order kinetic model

This model assumes that adsorption occurs after a first-order reaction and is given by the following equation:

$$d\ qt / d\ t = k1\ (qe - qt) \quad (4)$$

qt: amount of Pb^{2+}, Cd^{2+} adsorbed at any time (mg/g); qe: equilibrium amount of Pb^{2+} adsorbed (mg/g); k1: pseudo-first-order rate constant (1/min); t: time (min)

5. Pseudo-second-order kinetic model

This model assumes that adsorption is related to both adsorbent and adsorbate concentrations and is given by the following equation:

$$d\ qt / d\ t = k_2\ (qe - qt)^2 \quad (5)$$

qt: amount of Pb^{2+}, Cd^{2+} adsorbed at any time (mg/g); qe: equilibrium amount of adsorbed Pb^{2+}, Cd^{2+} (mg/g); k_2: pseudo-second-order rate constant (g/mg min); t: time (min)

6. Particle diffusion model

This model assumes that adsorption is limited by diffusion within the adsorbent particles and is given by the following equation:

$$qt = ki\ t0.5 + C \quad (6)$$

qt: amount of Pb^{2+}, Cd^{2+} adsorbed at any time (mg/g); ki: intraparticle diffusion rate constant (mg/g min0.5); t: time (min); C: displacement along the diffusion graph

Experimental part

The adsorption isotherm of the heavy metal Pb^{2+}, Cd^{2+} adsorption process under static conditions and kinetic regularities under dynamic conditions were studied (Figures 1 and 2). It was determined that the maximum adsorption capacities of Pb^{2+} and Cd^{2+} heavy metals in CaX zeolite were 61 and 34 mg/g at a temperature of 25° C and a pressure of 15 kPa. The kinetic regularities of the adsorption process of Pb^{2+} and Cd^{2+} heavy metals show that saturation occurs in the interval of 65-70 minutes. The regression equations obtained from the graphs are shown below:

$$Y = 0.0719 \cdot X^3 - 2.0684 \cdot X^2 + 19.663 \cdot X \quad R^2 = 0.9972 \quad (7)$$

$$Y = 0.0601 \cdot X^3 - 1.4252 \cdot X^2 + 11.859 \cdot X \quad R^2 = 0.998 \quad (8)$$

$$Y = 0.0002 \cdot X^3 - 0.0361 \cdot X^2 + 2.5199 \cdot X \quad R^2 = 0.9992 \quad (9)$$

$Y = 0.0601 \cdot X^3 - 0.0334 \cdot X^2 + 1.8160 \cdot X$ $R^2 = 0.9982$ (10)

R^2 is the coefficient of determination. Y is the adsorption capacity of the adsorbent, X is the concentration of heavy metals. $0 < R^2 \leq 1$

The obtained equations (1), (5), (6) and (7-10) together express a mathematical model of the adsorption process of heavy metals Pb^{2+} and Cd^{2+}.

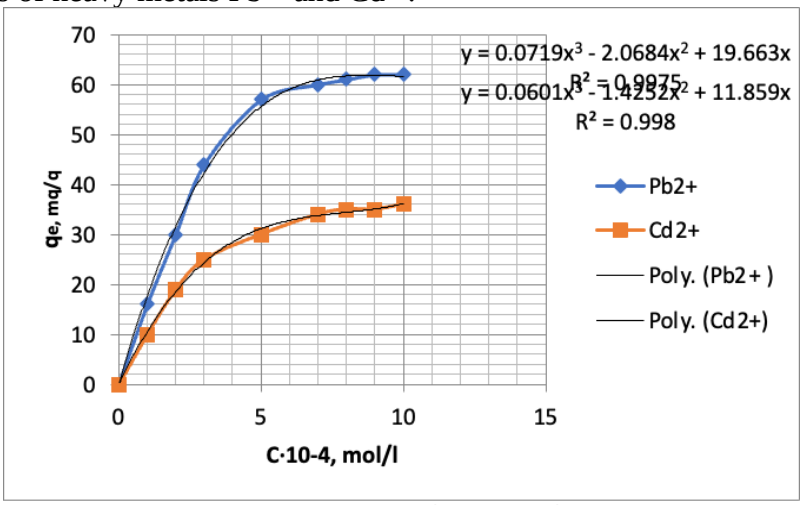


Figure 1. Adsorption isotherms of heavy metals Pb^{2+} and Cd^{2+}

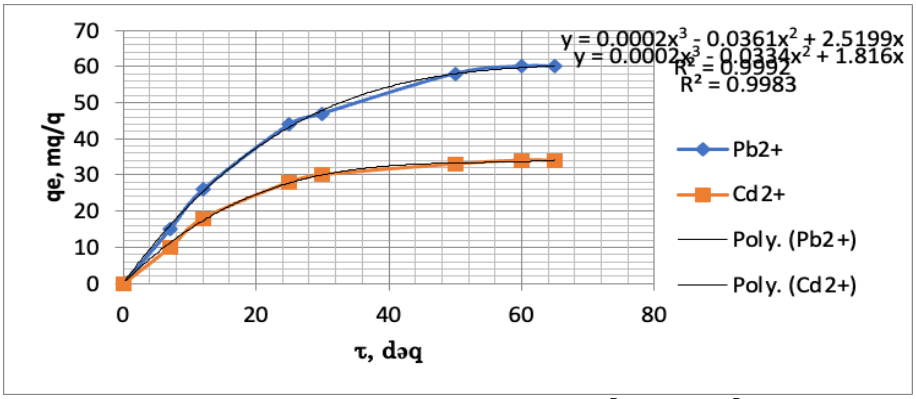


Figure 2. Kinetic regularities of the adsorption process of Pb^{2+} and Cd^{2+} heavy metals

Conclusion

It was determined that in the process of adsorption of Pb^{2+} and Cd^{2+} heavy metals from wastewater, data processing and mathematical modeling lead to the development of technology. The static and kinetic regularities obtained in the process of adsorption of Pb^{2+} and Cd^{2+} heavy metals from wastewater, the established mathematical model are of great importance in environmental protection and, in particular, in food safety.

References

[1] Mammadov Q.S., Khalilov M.Y. Ecology, environment and man. Baku, Elm Publishing House, - 2006, 608 p.

[2] Yusubov F.V. Mathematical modeling and optimization of chemical technological processes. Baku, ADNA Publishing House, - 2015, 598 p.

[3] Karnib, M., Kabbani, A., Holail, H. & Olama, Z. Heavy metals removal using activated carbon, silica and silica activated carbon composite. Energy Procedia 50, 113–120 (2014).
[4] Demiral, İ., Samdan, C. & Demiral, H. Enrichment of the surface functional groups of activated carbon by modification method. Surf. Interfaces 22, 100873 (2021).
[5] Duan, C., Ma,T., Wang, J. & Zhou, Y. Removal of heavy metals from aqueous solution using carbon-based adsorbents: a review. J. Water Process Eng. 37, 101339 (2020).
[6] Ngah, W. S. W. & Fatinathan, S. Adsorption of Cu(II) ions in aqueous solution using chitosan beads, chitosan-GLA beads and chitosan-alginate beads. Chem. Eng. J. 143, 62–72 (2008).
[7] Yusubov F.V. The Conditions of Nonequilibrium Adsorption of Ions of Heavy Metals on Zeolites, Water Chemistry and Technology,41,2019, p.57-62.DOI 10.3103/S1063455X19010090
[8] Hao, S. et al. Optimal synthesis of amino-functionalized mesoporous silicas for the adsorption of heavy metal ions. Microporous Mesoporous Mater. 236, 250–259 (2016).
[9] Li, Z. et al. Disinfection and removal performance for Escherichia coli, toxic heavy metals and arsenic by wood vinegar-modified zeolite. Ecotoxicol. Environ. Saf. 174, 129–136 (2019).
[10] Hua, M. et al. Heavy metal removal from water/wastewater by nanosized metal oxides: a review. J. Hazard. Mater. 211–212, 317–331 (2012).
[11] Zhou, W. et al. Construction of MoS2 nanoarrays and MoO3 nanobelts: two efficient adsorbents for removal of Pb(II), Au(III) and Methylene Blue. J. Environ. Sci. 111, 38–50 (2022).
[12] Chengyu D. , Tianyu M. , Jianyu W. , Yanbo Zh.Removal of heavy metals from aqueous solution using carbon-based, Journal of Water Process Engineering, Vol.37, 2020, 101339
[13] Alekperova I.I., Aghamaliyev Z.Z., Veliyeva F.M., Rasulov Ch.K. Optimization of the reaction of catalytic cycloalkylation of phenol with cyclohexene. ScientificNet. Publisher in Materials Science & Engineering. Materials Science Forum, Switzerland, 2020, Vol. 869, p. 82-87
[14] Alekperova I.I., Jafarov R.P., Aghamaliyev Z.Z., Rasulov Ch.K., Kurbanova Kh.F., Aliyev T.A. (2022). Optimization of phenol alkylation process by isoprene cyclodimers in the presence of a phosphorus-containing zeolite-Y catalyst. Processes of Petrochemistry and Oil Refining, 23(4), 676-682.
[15] Агамалиев З., Велиева Ф., Зейналов Э., Ищенко Н. Моделирование и оптимизация процесса каталитического окисления нефтяных углеводородов дизельной фракции. Нефтегазовые технологии. Москва, 2013, №3, с.87-90.
[16] Zeynalov E.B., Vəliyeva F.M., Ağamalıyev Z.Z., Əfəndiyeva L.M., Nuriyev L.H. MATLAB-7 proqramın köməyi ilə sintetik neft turşularının alınma prosesinin optimallaşdırılması. Azərbaycan kimya jurnalı, 2015, №1, s.54-57.
[18] Aghamaliyev Z.Z., Manafov M.R., Aliyev G.S. Investigation Of The Process Of Obtaining Synthetic Oil Acids Using The Software Package OptimME. ATU “Scintific Works”, 2015, p.188-194.
[19] Aghamaliyev Z.Z., Abbasov V.M., Zeynalov E.B., Friedrich J.F., Veliyeva F.M. Review of kinetic modeling and optimization of hydrocarbon oxidation. ERDÖL ERDGAS KOHLE. (PETROCHEMIE). Germany, 2012, Jg.128., Heft 2, p.78-82.
[20] 1. Irada I. Alekperova, Zaur Z. Aghamaliyev, Firuza M. Veliyeva, Chingiz K. Rasulov. Optimization of phenol cycloalkylation process with cyclohexene in the presence of catalyst KU-23. Processes of Petrochemistry and Oil Refining, 2019, Vol. 20, No. 4, pp. 424-432.

ƏTRAF MÜHİTİN MÜHAFİZƏSİNDƏ SU EKOSİSTEMİNİN TƏMİZLƏNMƏSİ PROSESİNİN RİYASİ MODELLƏŞMƏSİ

F.V. Yusubov[1] Z.Z.Ağamalıyev[2.3]
[1]Azərbaycan Texniki Universiteti
Orcid 0000-0002-3496-8947, yusfax@mail.ru
[2]Akademik Y.Məmmədəliyev Elmi-Tədqiqat Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu
[3]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti "Kimya Texnologiya" fakültəsi
Orcid 0000-0003-2866-1401, zaur.agamaliyev.z@asoiu.edu.az

XÜLASƏ

Tullantı sularından Pb^{2+} və Cd^{2+} ağır metalların adsorbsiyası prosesinin riyazi modelləşdirilməsi elmi, praktiki, eləcə də müxtəlif sənaye sahələrində, qida təhlükəsizliyində böyük əhəmiyyət kəsb edir. Müəyyən edilmişdir ki, CaX sintetik seolitlə tullantı sularından Pb^{2+}, Cd^{2+} ağır metalların maksimum adsorbsiya qabiliyyəti (25ºC temperaturda və 15 kPa təzyiqdə) müvafiq olaraq 61 və 34 mq/q olmuşdur. Pb^{2+} və Cd^{2+} ağır metalların adsorbsiya prosesinin kinetik qanunauyğunluqları göstərdi ki, doyma 65-70 dəqiqə intervalında baş verir. Məlum olmuşdur ki, müxtəlif üsulların düzgün inteqrasiyası ilə daha effektiv və dəqiq adsorbsiya prosesləri həyata keçirilə bilər. Prosesin reqressiya riyazi modeli qurulmuşdur. Qurulmuş riyazi model gələcəkdə ağır metalların çirkab sulardan təmizlənməsi prosesinin optimal layihələndirilməsi üçün əsas ola bilər.

Açar sözlər: *Ətraf mühit, qida təhlükəsizliyi, çirkab sular, ağır metallar, izoterm, riyazi model*

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ВОДНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ В ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Ф.В. Юсубов[2], З.З. Агамалиев[2,3]
[1]Азербайджанский технический университет
Orcid 0000-0002-3496-8947, yusfax@mail.ru
[2]Академик Ю.Мамедалиев Научно-исследовательский институт нефтехимических процессов
[3]Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности «Факультет химической технологии»
http://orcid.org/0000-0003-2866-1401, zaur.agamaliyev.z@asoiu.edu.az

РЕЗЮМЕ

Математическое моделирование процесса адсорбции тяжелых металлов Pb^{2+} и Cd^{2+} из сточных вод имеет большое значение в научной, практической, а также в различных промышленных областях, безопасности пищевых продуктов. Определено, что максимальные адсорбционные емкости тяжелых металлов Pb^{2+}, Cd^{2+} из сточных вод синтетическим цеолитом CaX (при температуре 25ºC и давлении 15 кПа) составили 61 и 34 мг/г соответственно. Кинетические закономерности процесса адсорбции тяжелых металлов Pb^{2+} и Cd^{2+} показали, что насыщение происходит в интервале 65-70 минут. Выявлено, что более эффективные и точные процессы адсорбции могут быть реализованы при правильной интеграции различных методов. Построена регрессионная математическая модель процесса. Построенная математическая модель может быть основой для оптимального проектирования процесса очистки тяжелых металлов из сточных вод в будущем.

Ключевые слова: Окружающая среда, безопасность пищевых продуктов, сточные воды, тяжелые металлы, изотерма, математическая модель

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0705

BULAKBAŞI SULAK ALANI VE KUŞLAR

Mete TÜRKOĞLU[1], S.G. Abbasquliyeva[2], Aynur A. Arabzade[3]

[1]Iğdır Üniversitesi Teknik Meslek Yüksekokulu, Avcılık ve Yaban Hayatı Bölümü Iğdır/ Türkiye
mbt.turkoglu@gmail.com, +905323455912 ORCID NO: 0000-0001-8045-5889
[2]Azərbaycan Respublikası Kənd Təsərrüfatı Nazirliyi Əkinçilik Elmi-Tədqiqat İnstitutu
sevil.abbasquliyeva2022@gmail.com, ORCID NO: 0000-1234-5673-9101
[3]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kimya texnologiya fakültəsi, Bakı, Azərbaycan
aynurarabzade@gmail.com, http://orcid.org/0009-0009-3531-8688

Özet

Bu çalışmanın amacı, Iğdır ili Karakoyunlu ilçesine bağlı Bulakbaşı, Aktaş, Yazlık ve İslam köyleri çevresinde, Türkiye'nin en yüksek dağı olan Ağrı Dağı'ndan (5137 m) gelen buzul suları ile beslenen Karasu Nehri ve çevresindeki irili ufaklı göletlerde üreyen, beslenen ve göç dönemlerinde alanda konaklayan kuş varlığını tespit etmektir. Sazlık ve kamışlıklarla çevrili bu sulak alanlar, hem yerleşik hem de göçmen kuş türleri için önemli bir yaşam alanı oluşturmaktadır. Ayrıca, bölgede tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin sürdürülmesi ve çeşitli yaban hayatı habitatlarının bulunması nedeniyle, alanın korunması ve sürdürülebilir yönetimi için öneriler sunulacaktır. Bu sayede, ekolojik dengenin korunması ve bölgedeki biyolojik çeşitliliğin devamlılığı sağlanabilecektir.

Bulakbaşı Sulak Alanı ve yakın çevresinde bulunan kuş türleri araştırılmıştır. Saha çalışmaları Temmuz 2020 ila Ocak 2023 tarihleri arasında 179 günlük bir arazi çalışması gerçekleştirilmiştir. Kuşların gözlenmesinde noktasal ve hat boyunca gözlem metotları uygulanmıştır. Arazi gözlemleri neticesinde 40 familya'ya ait 128 kuş türü tespit edilmiştir.

Alanda gözlenen 128 kuş türünün gözlenme statülerine bakıldığında; N:15, (%12)'sinin kış ziyaretçisi, N:15 (% 12) 'inin transit, N:76 (% 59)' unun yerli, N:1 (% 1) 'inin transit, N:3 (% 2) 'sinin yerli, yaz ziyaretçisi ve N:19 (% 15) 'unun yaz ziyaretçisi IUCN (Uluslararası koruma birliği) kriterlerine göre 1 türün EN (Tehlikede), 119 türün LC (Düşük riskli), 2 türün NE (Değerlendirilmemiş), 4 türün NT (Tehtide açık), 2 türün VU (Duyarlı) statüsünde olduğu saptanmıştır.

***Anahtar kelime**; Iğdır, Karasu Nehri, Yaban hayatı, Kuş varlığı*

GİRİŞ

Sulak alanlar, dünya üzerindeki ekosistemlerin önemli bir parçasını oluşturarak biyolojik çeşitliliği sürdürme, su kaynaklarını koruma ve çevresel dengeyi sağlama açısından kritik bir rol oynamaktadır [1,2]. Tarih boyunca, sulak alanlar insanlık için hayati öneme sahip olmuş ve tarımsal faaliyetlerden endüstriyel gelişmelere kadar birçok açıdan etkilemiştir [3,4]. Bu alanlar, göl, bataklık, nehir deltası gibi farklı formlarda bulunabilir ve sucul ekosistemlerin temel bir bileşeni olarak kabul edilir [1]. Sulak alanların bu tarihsel evrimi, insanlığın su kaynaklarına olan bağımlılığını ve bu ekosistemlerin sunduğu çeşitli ekosistem hizmetlerini anlamamıza yardımcı olmuştur. Sulak alanların ekosistem hizmetleri arasında su temini [5,6], su kalitesi düzenlemesi [7], sel kontrolü [8], biyolojik çeşitliliğin desteklenmesi [9] ve karbon depolama gibi kritik işlevler yer almaktadır [10].

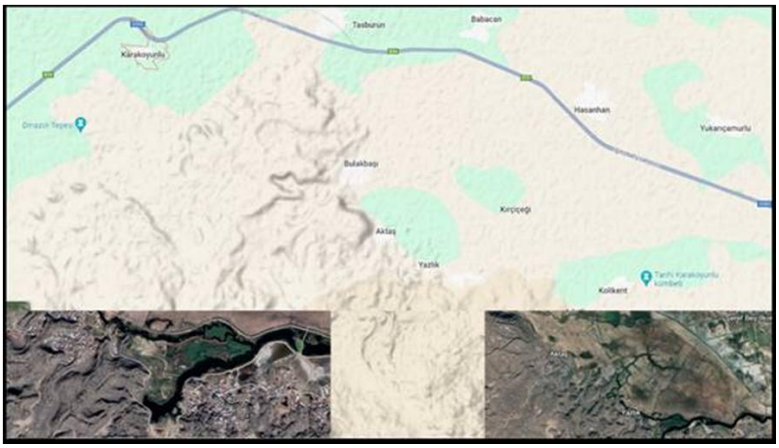
Sulak alanlar, ormanlardan sonra en yüksek organik madde üretimine sahip ekosistemlerdir. Özellikle orman varlığının sınırlı olduğu bölgelerde, biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilirliği açısından kritik bir rol oynamakta ve ekosistemin devamlılığını sağlamada önemli bir görev üstlenmektedir [11].

Sulak alanlar, ekosistemlerde kilit bir rol oynayarak biyolojik çeşitliliğin korunmasına ve sürdürülmesine katkı sağlayan kritik yaşam alanlarıdır. Özellikle su kuşları, bu ekosistemlerde üreme, beslenme, barınma ve korunma gibi temel yaşamsal faaliyetlerini gerçekleştirmektedir. Bu nedenle, sulak alan ekosistemlerinin korunması ve sürekliliğinin sağlanması, kuş çeşitliliğinin devamlılığı açısından büyük önem taşımaktadır. Günümüzde kuş çeşitliliğindeki azalmanın en önemli nedenlerinden biri habitat tahribatıdır. Habitat kaybının en belirgin şekilde gözlemlendiği ekosistemlerin başında ise sulak alanlar gelmektedir.

Kuşlar besin zincirinin bir parçası olup ekosisteme ve insan yaşamına zarar verebilecek böcek ve kemirgenlerin popülasyonlarını kontrol altında tutması, tohum dağıtımı, tozlaşmaya yardımcı olması bitkilerin tür çeşitliliğinin artması ve çoğalması, doğada oluşan leşlerin ortadan kaldırarak hastalıkların önlenmesi ile insanların yaşamlarına önemli katkı sağlamaktadırlar [12]. Sulak alanların kuş türleri için hayati yaşam alanları sağlayarak ekosistem dengesini koruduğu ve biyolojik çeşitliliği desteklediği rahatlıkla ifade edilebilir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırmanın materyali, Iğdır İli Karakoyunlu İlçesi sınırları içerisinde yer alan Bulakbaşı Köyü Sulak Alanı ve yakın çevresinde yaşayan kuş türleridir (Şekil 1,2).



Şekil 1. Çalışma yapılan alan.



Şekil 2. Alanın genel görünüşü

Çalışma alanında gözlemlenen kuş türlerinin birey sayıları, göç zamanları, ekolojik ve biyolojik gereksinimleri dikkate alınarak yaşam alanlarını etkileyen tehdit faktörleri belirlenmiştir. Ayrıca, kuş gözlemi için seçilen noktaların GPS koordinatları, gözlem zamanı ve meteorolojik veriler (yağış, hava sıcaklığı, rüzgar durumu, .. vb) kayıt altına alınmıştır.

Temmuz 2020-Ocak 2023 tarihleri arasında sulak alan ve yakın çevresinde toplam 179 günlük arazi çalışması gerçekleştirilmiştir (Çizelge 1). Gözlemlere kuşların beslenme vakti olan sabahın erken saatlerinde başlanılmış, optik aletlerin yeterince görüntü alamadığı gün batımına kadar devam edilmiştir. Üreme dönemi yoğunlaştırılan gözlemler 06:00-18:00 saatleri arasında yapılmıştır. Sayım noktaları belirlenirken her bir habitatı temsil edecek şekilde gözlem noktaları belirlenmiştir.

Çizelge 1. Kuş gözlem takvimi

Aylar	2020	2021	2022	2023
Ocak	-	16	-	4
Şubat	-	16	-	-
Mart	-	13	-	-
Nisan	-	23	3	-
Mayıs	-	11	11	-
Haziran	-	1	15	-
Temmuz	3	4	6	-
Ağustos	3	7	7	-
Eylül	16	4	3	-
Ekim	-	-	6	-
Kasım	-	2	-	-
Aralık	5	-	-	-
Toplam	27	97	51	4

Kuş gözlemleri için standart gözlem metotları uygulanmıştır [13]. Bu gözlem metotları noktasal (point) ve hat boyunca (transekt) gözlem metotlarıdır. Noktasal gözlem metodu alanı hâkim noktalardan görebilecek şekilde teleskop, dürbün veya çıplak gözle alan taraması şeklinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3). Alanda üreyen kuş türlerinin kuluçka ve yuva yerleri ile bilgilerin elde edilmesinde de hat boyunca belirli bir genişlik dikkate alınarak (5-10 m) gözlemler yapılmıştır (Şekil 4).



Şekil 3. Saha gözlemine ait görüntü



Şekil 4. Kuluçka ve yuva kayıtlarının alınması

Çalışma sırasında doğrudan gözlemler ile kuş türlerinin tespit edilmesi için dürbün, fotoğraf makinesi, numaratör, teleskop ve teşhis kitapları kullanılmıştır.

Gözlemlerde teşhis için "Türkiye ve Avrupa'nın Kuşları" [14], ile "Collins Bird Guide, 2nd Edition" [15] rehber kitaplarından ve iNaturalist (2024)'ten faydalanılmıştır. Saha gözlemlerinden elde edilen kayıtlar ve alan ile ilgili ekolojik veriler Microsoft Excel programına girilerek veri altlığı oluşturulmuştur.

BULGULAR

Iğdır, 3.588 km² yüzölçümüyle Türkiye'nin yaklaşık %0,5'ini kaplayan, Doğu Anadolu Bölgesi'nde Ağrı Dağı eteklerinde yer alan önemli bir kültürel ve stratejik geçiş noktasıdır [16].

Doğu Anadolu Bölgesi'nde hâkim olan sert kara ikliminin aksine, Iğdır'ın ovalık yapısı ve çevresinin dağlarla çevrili olması, bölgeye mikroklimatik bir iklim kazandırmıştır. Bu özellik, sıcaklık ve besin zinciri açısından elverişli koşullar sunarak bölgedeki doğal yaşamın sürekliliğini sağlayan bir ekosistem oluşturmuştur. Bu mikroklimatik iklimin etkileri, bölgedeki sulak alanlarda da kendini göstermektedir. Özellikle **Bulakbaşı Sulak Alanı**, bu iklimin sağladığı ılıman koşullar sayesinde yıl boyunca birçok kuş türüne üreme, beslenme ve barınma alanı sunan önemli bir ekosistemdir.

Etrafının dağlarla çevrili olması ve çanak şeklindeki konumuyla mikroklima iklim tipine sahip olan, Iğdır yerleşim alanında yıllık ortalama sıcaklık 11,6 °C'dir. Kışlar yumuşak, yazlar ise daha uzun ve sıcak geçer. En yüksek sıcaklık değerlerine Ağustos (42 °C), en düşük sıcaklık değerlerine de Aralık ayında (-30,3 °C) rastlanmaktadır (Çizelge 2).

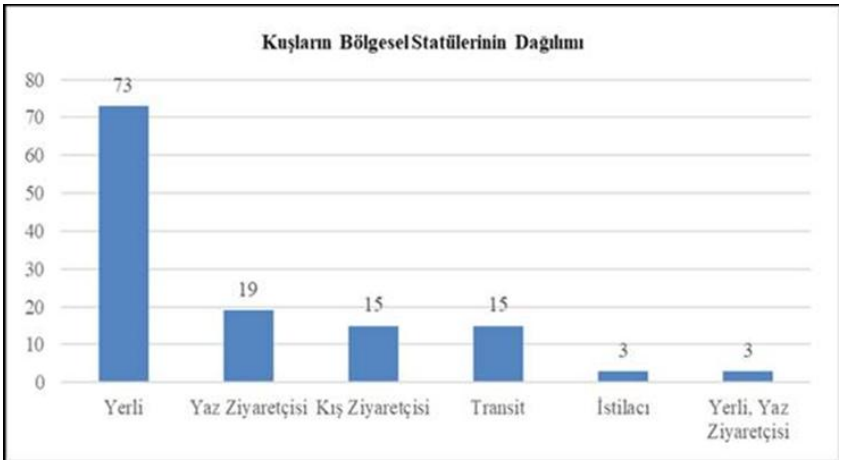
IĞDIR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
	Ölçüm Periyodu (1941 - 2024)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	-3,2	-0,1	6,4	13,2	17,8	22,3	26,0	25,4	20,6	13,2	6,0	-0,2	12.3
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	2,1	5,7	12,7	19,9	24,7	29,6	33,4	33,2	29,0	21,2	12,7	4,9	19.1
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-7,8	-5,3	0,4	6,3	10,7	14,5	18,2	17,4	12,4	6,2	0,4	-4,4	5.8
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2,5	3,9	5,3	6,1	7,4	9,5	10,1	9,6	8,5	6,0	4,1	2,4	6.3
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	5,88	5,98	7,21	10,49	13,63	9,90	5,40	3,71	3,82	7,59	6,11	6,01	85.7
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	14,7	15,6	22,9	34,2	47,2	31,3	14,1	9,5	11,4	25,9	18,6	13,7	259.1
	Ölçüm Periyodu (1941 - 2024)												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	18,3	22,2	29,5	33,4	35,9	39,2	41,5	42,0	38,4	33,0	26,2	22,2	42.0
En Düşük Sıcaklık (°C)	-28,4	-28,0	-22,2	-7,6	0,1	2,4	8,0	7,2	1,6	-7,0	-15,6	-30,3	-30.3

Çizelge 2. Iğdır ili yıllık ortalama iklim verileri.

Yıllık yağış toplamı 258,6 mm'dir. Yağışların yarıdan fazlası ilkbahar ve yaz mevsimlerine isabet etmektedir. En az yağış ise kış mevsiminde düşmektedir. Yağışsız sıcak hava dalgaları mutlak yaz kuraklığına neden olmaktadır [17].

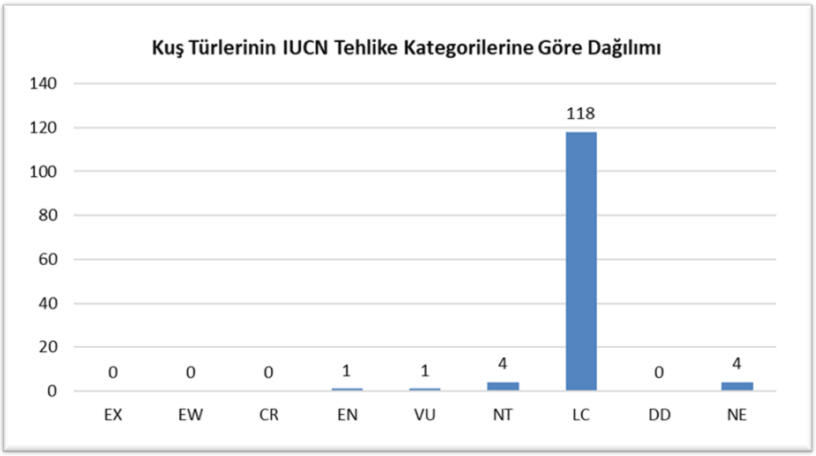
Araştırma Alanında Tespit Edilen Kuş Türleri

Arazi gözlemleri neticesinde alanda tespit edilen Kuşların ulusal mevsimsel statülerine göre dağılımı, 73 tür (%57) Yerli, 19 tür (%15) Yaz Ziyaretçisi, 15 tür (%12) Kış Ziyaretçisi, 15 tür (%12) Transit, 3 tür İstilacı (%2) ve 3 tür Yerli – Yaz Ziyaretçisi (%2) şeklindedir (Grafik 1).



Grafik 1. Proje Alanı ve Yakın Çevresinde Tespit Edilen Kuşların Mevsimsel Statülerinin Dağılımı Grafiği

IUCN tehlike kriterlerine göre, 1 tür "EN (Tehlikede)" kategorisinde [*Neophron percnopterus* (Küçük Akbaba)], 1 tür "VU (Hassas)" kategorisinde [*Aythya ferina* (Elmabaş Patka)], 4 tür "NT (Neredeyse Tehlike Altında)" kategorisinde [*Aythya nyroca* (Pasbaş Patka), *Vanellus vanellus* (Kızkuşu), *Haematopus ostralegus* (Poyrazkuşu), *Marmaronetta angustirostris* (Yaz Ördeği)], 118 tür "LC (Düşük Riskli)" kategorisinde, 4 tür ise "NE (Değerlendirilmedi)" kategorisinde [*Corvus cornix* (Leş Kargası), *Oenanthe melanoleuca* (Karakulaklı Kuyrukkakan), *Saxicola maurus* (Sibirya Taşkuşu), *Saxicola rubicola* (Taşkuşu)] bulunmaktadır (Grafik 2).



Grafik 2. Proje Alanı ve Yakın Çevresinde Tespit Edilen Kuş Türlerinin IUCN Tehlike Kategorilerine Göre Dağılımı Grafiği

Alanda Yaşayan Kuş Türlerinin Besin ve Habitat Tercihi

Alanda tespit edilen 128 kuş türünün besin ve habitat tercihlerinden örnek verilmiştir.

1-*Merops persicus* (Linnaeus, 1758) (Yeşil Arıkuşu)

Habitatı ve Beslenmesi: Savan, geniş nehir vadileri, göl kıyıları, bozkır, kum tepeleri, ekim alanları, ormanlık alanlar, vadiler, bataklıklar, taş ocakları ve kumlu yamaçlarda yaşarlar. Hymenoptera, yusufçuk ve kızböcekleri gibi kanatlı böceklerle beslenir [18].

2- *Gyps fulvus* (Hablizl, 1783) (Kızıl Akbaba)

Habitatı ve Beslenmesi: Dağlardan yarı çöllere kadar çok çeşitli ortamlarda geniş açık alanlara sahip bir türdür ve deniz seviyesinden yaklaşık 3.000 m'ye kadar düzenli olarak kayıt edilmektedir. Neredeyse tamamen leşle, özellikle de büyük memelilerin leşiyle beslenir [19].

3- *Scolopax rusticola* (Linnaeus, 1758) (Çulluk)

Habitatı ve Beslenmesi: Ormanlarda, dereler, akarsular, sulak alanlar çevresindeki nemli, bataklık bölgeler ve çalılık alanlarda yaşar. Diyetleri, solucanlar, böcekler, böcek larvaları, tarımsal tahıllar, çim kökleri, yapraklar ve meyveler gibi bitki materyallerinden oluşur [20,21].

4- *Actitis hypoleucos* (Linnaeus, 1758) (Dere Düdükçünü)

Habitatı ve Beslenmesi: Sulak alanların ve nehirlerin çakıllı, kumlu veya kayalık kenarlarında, berrak tatlı su göl kıyılarında ve derelerde yaşar. Diyetleri; örümcekler, yumuşakçalar, salyangozlar, kabuklular, böcekler, böcek larvaları, kurbağalar, küçük balıklar ve dane tohumlardan oluşur [21,22,23].

TARTIŞMA VE SONUÇ

Iğdır, yıllık yağış ortalaması en düşük illerden biri olup, ormanlık alanların bulunmaması sulak alanların korunmasını daha da önemli hale getirmektedir. Karasal ekosistemlerde ormanlar ve sulak alanlar, birçok canlı için barınma ve üreme alanı sağlarken, Bulakbaşı Sulak Alanı, Ağrı Dağı'ndan gelen buzul ve kar suları ile beslenerek bölgedeki canlılar için doğal bir habitat oluşturmaktadır.

Bulakbaşı, Aktaş, Yazlık ve İslam köylerinden oluşan bu bölge, halkın ekonomik gelirini balıkçılık, tarım ve hayvancılıktan sağlaması nedeniyle sulak alan ekosistemine baskı oluşturmaktadır. Sazlıkların kesimi, yuvaların tahrip olması, yavruların zarar görmesi ve yumurtaların toplanması, kuşların üremesini ve besin zincirini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca, hayvanların kontrolsüz şekilde suya salınması ve aşırı otlatma, sazlıkların tahribatına neden olarak kuşların yaşam alanlarını sınırlandırmaktadır.

Tarımda yoğun kimyasal gübre ve ilaç kullanımı, makineli hasat gibi uygulamalar, kuluçkaya yatan kuşlara zarar vermekte; evsel atıklar, kanalizasyon atıkları ve çevresel kirlilik, su ekosistemini tehdit ederek ötrofikasyona yol açmaktadır. Tüm bu etkenler, kuş türleri ve yaban hayatı üzerinde ciddi baskılar oluşturarak habitatın sürdürülebilirliğini tehlikeye sokmaktadır.

Bulakbaşı Sulak Alanı'nda tarım ilaçlarının kullanımı, üreme dönemindeki kuş türlerine zarar vermemek için dikkatle planlanmalıdır. Yanlış zamanlama ve aşırı ilaç kullanımı, yumurtalara ve yavrulara ciddi zarar vererek popülasyonların azalmasına ve bazı türlerin yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalmasına neden olabilir.

Hayvan yemi (saman) elde etmek amacıyla çayırlık, sazlık ve kamışlık alanların tahrip edilmesini önlemek için yem bitkileri yetiştiriciliği teşvik edilmelidir. Bu uygulama, hem doğal habitatın korunmasını sağlayacak hem de çayır ve sazlık ekosistemleri üzerindeki baskıyı azaltacaktır. Çayırlık ve sazlık alanlar, birçok kuş ve yaban hayatı türü için kritik yaşam alanları olup, bu bölgelerin korunması ekosistem dengesinin sürdürülmesi açısından büyük önem

taşımaktadır.

Ayrıca, yem bitkileri üretiminin artırılması, çiftçilere ekonomik fayda sağlayarak kırsal kalkınmayı destekleyecek ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının yaygınlaşmasına katkı sunacaktır.

Kaynakça

[1] Ramsar Convention Bureau. (2001). ***Wetlands Values and Functions; Ramsar Convention Bureau***: Gland, Switzerland.

[2] Hu, S.J., Niu, Z.G., Chen, Y.F., Li, L.F., Zhang, H.Y. (2017). ***Global Wetlands: Potential Distribution, Wetland Loss, and Status.*** Science of The Total Environment, 586, 319–327.

[3] Mitsch, W.J. & Gosselink, J.G. (2000). ***The value of wetlands: importance of scale and landscape setting***. Ecological economics, 35(1), 25-33.

[4] Greb, S.F., DiMichele, W.A. & Gastaldo, R.A. (2006). ***Evolution and importance of wetlands in earth history***, in Greb, S.F., and DiMichele, W.A., Wetlands through time: Geological Society of America Special, 399 p. 1–40.

[5] Peck, D.E. & Lovvorn, J.R. (2001). ***The importance of flood irrigation in water supply to wetlands in the Laramie Basin, Wyoming, USA***. Wetlands, 21(3), 370-378.

[6] Winter, T.C., Rosenberry, D.O., Buso, D.C. & Merk, D.A. (2001). ***Water source to four US wetlands: implications for wetland management.*** Wetlands, 21(4), 462-473.

[7] Parrott, L. & Quinn, N. (2016). ***A complex systems approach for multiobjective water quality regulation on managed wetland landscapes***. Ecosphere, 7(6), e01363.

[8] Pattison-Williams, J.K., Pomeroy, J.W., Badiou, P. & Gabor, S. (2018). ***Wetlands, flood control and ecosystem services in the Smith Creek Drainage Basin: A case study in Saskatchewan, Canada***. Ecological economics, 147, 36-47.

[9] Wiegleb, G., Dahms, H.U., Byeon, W.I. & Choi, G. (2017). ***To what extent can constructed wetlands enhance biodiversity.*** International Journal of Environmental Science and Development, 8(8), 561-569.

[10] Kayranli, B., Scholz, M., Mustafa, A. & Hedmark, Å. (2010). ***Carbon storage and fluxes within freshwater wetlands: a critical review.*** Wetlands, 30, 111-124.

[11] Türkoğlu M. 2017 ***Iğdır'ın Biyoçeşitliliği ve Doğadaki Besin Zinciri (Biodiversty and Food Chain of Iğdır)*** Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü ISBN : 978-605-9550-09-3 (S.144) ANKARA

[12] Türkoğlu M. 2024 Kuşların Ekosistemdeki Yeri, Ateş Yayıncılık, Temmuz 2024 ISBN 978-625-6032-52-1 S.130

[13] Bibby, C. J. (2000). ***Bird census techniques***. Elsevier.

[14] Heinzel, H., Fitter, R., & Parslow, J. (1995). ***Türkiye ve Avrupa'nın Kuşları.*** Kuzey Afrika ve Ortadoğu Dahil. Doğal Hayatı Koruma Derneği. Pocket Guide to Birds of Britain & Europe with North Africa& the Middle East.

[15] Svensson, L., Mullarney, K., & Zetterström, D. (2010). ***Collins bird guide 2nd edition***. British Birds, 103, 248-252.

[16] Türkoğlu M. 2017 ***Iğdır'ın Biyoçeşitliliği ve Doğadaki Besin Zinciri (Biodiversty and Food Chain of Iğdır)*** Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü ISBN : 978-605-9550-09-3 (S.144) ANKARA

[17] MGM, (2025). https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-statistik. aspx?m= IGDIR Erişim Tarihi (11.03.2025).

[18] Fry, H. and Kirwan, G.M. 2012. ***Blue-cheeked Bee-eater (Merops persicus).*** In: del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. and de Juana, E. (eds), Handbook of the Birds of the World Alive, Lynx Edicions, Barcelona.

[19] del Hoyo, J., Elliott, A. & Sargatal, J. (1994). ***Handbook of the Birds of the World, vol. 2: New World Vultures to Guineafowl***. Lynx Edicions, Barcelona, Spain.
[20] Johnsgard, P. A. 1981. ***The plovers, sandpipers and snipes of the world***. University of Nebraska Press, Lincoln, U.S.A. and London.
[21] del Hoyo, J., Elliott, A., and Sargatal, J. 1996. ***Handbook of the Birds of the World, vol. 3:*** Hoatzin to Auks. Lynx Edicions, Barcelona, Spain.
[22] Urban, E.K., Fry, C.H. and Keith, S. 1986. ***The Birds of Africa***, Volume II. Academic Press, London.
[23] Snow, D. W. & Perrins, C. M. 1998. ***The Birds of the Western Palearctic, Volume 1:*** Non-Passerines. Oxford University Press, Oxford.

BULAKBAŞI WETLAND AREA AND BIRDS

Mete TÜRKOĞLU[1], Sevil G. Abbasquliyeva[2], Aynur A.Arabzade

[1]Iğdır University, Technical Vocational School, Department of Hunting and Wildlife, Iğdır/Turkey
mbt.turkoglu@gmail.com, +905323455912 ORCID NO: 0000-0001-8045-5889
[2]Azerbaijan Republic Ministry of Agriculture, Institute of Crop Science, Baku, Azerbaijan
sevil.abbasquliyeva2022@gmail.com, ORCID NO: 0000-1234-5673-9101
[3]Azerbaijan State Oil and Industry University, Department of Chemical Technology, Baku, Azerbaijan
aynurarabzade@gmail.com, http://orcid.org/0009-0009-3531-8688

Abstract
The aim of this study is to identify the bird species that breed, feed, and migrate in the Karasu River and its surrounding small and large ponds, fed by the glacial waters of Mount Ağrı (5137 m), located in the vicinity of the Bulakbaşı, Aktaş, Yazlık, and İslam villages in the Karakoyunlu district of Iğdır Province, Turkey. The marshes and reed beds surrounding these wetlands provide important habitats for both resident and migratory bird species. Additionally, due to the ongoing agricultural and livestock activities and the presence of various wildlife habitats in the region, recommendations will be presented for the protection and sustainable management of the area. This will help maintain the ecological balance and ensure the continuity of the region's biological diversity.
The bird species in the Bulakbaşı Wetland Area and its surrounding environment have been investigated. Field studies were conducted over a 179-day period from July 2020 to January 2023. Point count and transect observation methods were used to observe the birds. As a result of the field observations, 128 bird species belonging to 40 families were identified.
Regarding the observation statuses of the 128 bird species observed in the area; N:15 (%12) were winter visitors, N:15 (%12) were transients, N:76 (%59) were residents, (N:1, %1) were transients, summer migrants, N:3 (%2) were residents, summer visitors, and N:19 (%15) were summer visitors. According to the IUCN (International Union for Conservation of Nature) criteria, 1 species was categorized as EN (Not Evaluated), 119 species as LC (Least Concern), 2 species as NE (Endangered), 4 species as NT (Near Threatened, 2 species as VU (Vulnerable).

Keywords: *Iğdır, Karasu River, Wildlife, Bird Species*

BULAQBAŞI SULAK SAHƏSİ VƏ QUŞLAR

Mete TÜRKOĞLU[1], Sevil G. Abbasquliyeva[2], Aynur Ə. Ərəbzadə

[1]Iğdır Universiteti, Texniki Peşə Yüksek Məktəbi, Ovçuluq və Vəhşi Təbiət Bölümü, Iğdır/Türkiyə
mbt.turkoglu@gmail.com, +905323455912 ORCID NO: 0000-0001-8045-5889
[2]Azərbaycan Respublikası Kənd Təsərrüfatı Nazirliyi, Əkinçilik Elmi-Tədqiqat İnstitutu
sevil.abbasquliyeva2022@gmail.com, ORCID NO: 0000-1234-5673-9101
[3]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kimya texnologiya fakültəsi, Bakı, Azərbaycan
aynurarabzade@gmail.com, http://orcid.org/0009-0009-3531-8688

Xülasə

Bu tədqiqatın məqsədi, Türkiyənin Iğdır vilayətinin Karakoyunlu rayonunda yerləşən Bulaqbaşı, Aktaş, Yazlık və İslam kəndlərinin yaxınlığında, Ağrı Dağının (5137 m) buzlaq sularından qidalanan Karasu Çayı və onun ətrafındakı kiçik və böyük gölməçələrdə yuva quran, qidalanan və miqrasiya edən quş növlərini müəyyən etməkdir. Bu sulak sahələri əhatə edən bataqlıqlar və qamışlıq sahələr, həm daimi, həm də miqrasiya edən quş növləri üçün vacib yaşayış mühiti təmin edir. Əlavə olaraq, bölgədə davam edən kənd təsərrüfatı və maldarlıq fəaliyyətləri və müxtəlif vəhşi təbiət yaşayış mühitlərinin mövcudluğu nəzərə alınaraq, sahənin qorunması və davamlı idarə edilməsi üçün tövsiyələr təqdim ediləcəkdir. Bu, ekoloji tarazlığın qorunmasına və bölgənin bioloji müxtəlifliyinin davamlılığının təmin edilməsinə kömək edəcəkdir. Bulakbaşı Sulak Sahəsi və ətraf ərazidəki quş növləri araşdırılmışdır. Sahə tədqiqatları 2020-ci ilin iyulundan 2023-cü ilin yanvarına qədər olan 179 günlük bir müddət ərzində aparılmışdır. Quşların müşahidə edilməsi üçün nöqtə sayımı və transept müşahidə metodlarından istifadə edilmişdir. Sahə müşahidələri nəticəsində 40 ailəyə aid olan 128 quş növü müəyyən edilmişdir. Bölgədə müşahidə edilən 128 quş növünün müşahidə vəziyyətlərinə gəldikdə; N:15 (%12) qış qonaqları, N:15 (%12) köçəri quşlar, N:76 (%59) daimi quşlar, (N:1, %1) yaz köçəri quşu, N:3 (%2) yay qonaqları, və N:19 (%15) yay qonaqlarıdır. IUCN (Beynəlxalq Təbiəti Qoruma İttifaqı) meyarlarına görə, 1 növ EN (Qiymətləndirilməmiş), 119 növ LC (Az narahat), 2 növ NE (Təhlükədə), 4 növ NT (Təhlükə altında olan), 2 növ isə VU (Həssas) olaraq qiymətləndirilmişdir.

Açar sözlər: Iğdır, Karasu Çayı, Vəhşi Təbiət, Quş Növləri

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0714

INVESTIGATION OF MICROBIAL BIOCONTROL AGENTS AGAINST VARROA DESTRUCTOR L.

Ayşegül Özmen[1], Ataç Uzel[2]

[1,2] Department of Biology, Faculty of Science, Ege University, Bornova, İzmir, Türkiye, 35100.

[1]MSc, Biologist, Department of Biology, Faculty of Science, Ege University, Bornova, İzmir, Türkiye, ozmenaysegul35@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9699-6011
[2] Professor, PhD, Department of Biology, Faculty of Science, Ege University, Bornova, İzmir, Türkiye, atac.uzel@ege.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1304-0509

ABSTRACT

Objective: Varroa destructor is one of the most important known bee pests and the chemicals used to control it can leave harmful residues. Therefore, environmentally friendly methods are required for Varroa control. This study aimed to identify probiotic bacteria from bees and explore their protective effects against V. destructor.

Methods: We isolated bacteria from the bees' gastrointestinal systems using MRSA, MEA, and SDA media. We assessed the isolates' resistance to gastric acid, bile salt, and pepsin, their haemolytic, antimicrobial, and proteolytic activities, and their antibiotic susceptibilities. The isolates identified via 16S rDNA sequence analysis demonstrated activities against V. destructor.

Results: The isolates were identified as Bacillus amyloliquefaciens (C11A and C12B) and Bacillus velezensis (C12A1) and exhibited probiotic properties. Among the three isolates with potential probiotic capabilities, B. velezensis inhibited mite motility by 50%, while B. amyloliquefaciens (C11A) reduced it by 10% to 30%, (C12B) by 30% to 40%, and the consortium by 30%.

Conclusion: These bacteria, isolated from the gastrointestinal systems of bees, show promise for Varroa biocontrol.

Keywords: Apis mellifera, Varroa destructor, Biological control, Probiotic microorganisms, Honey bee diseases.

INTRODUCTION

Honeybees (*Apis mellifera*), well-known and essential natural pollinators, are social insects that provide crucial ecosystem services for plant biodiversity and are recognized for their association with the quality of vegetable and fruit products [1]. In recent years, numerous factors have negatively impacted the survival of bee colonies globally. These social insects host a variety of organisms, including parasites like bacteria, fungi, viruses, and mites. While the bee microbiota is simpler than that of humans and other animals, it contains a significant number of bacteria, and the health of bees can be severely impacted by disruptions in the balance of beneficial microbiota or by the ingestion of pathogenic microorganisms or by contact with them [2].

Various substances and drugs are used unconsciously to protect honeybees against parasites

and bee diseases. These irregular drug uses reduce the effectiveness of the drugs used, and drug residues in bees and bee products negatively affect human health [3]. The health of bees is of great importance for ecological balance. In the last 10 years, the health of the gut microbiota of honeybees has attracted attention due to its positive effect on the health and performance of these social insects. As a result, the impact and importance of the gut microbiome on the whole organism is becoming a new field of study. It has been reported that the honeybee microbiota plays essential roles in food digestion and in protecting bees against parasites and other pathogens, such as viruses and bacteria [2]. The gastrointestinal microbiota of honeybees comprises numerous microorganisms that help protect against various microbial hazards, facilitate some metabolic activities, and contribute to the production of bee products. Adult honeybees, in particular, exhibit a rich diversity of microbiota. This microbiota is the most critical factor in maintaining bee health [4]. Currently, chemical, genetic, and environmental control methods are implemented to combat honeybee diseases and parasites. Chemical methods are especially intensive in the battle against Varroa, an ectoparasite of honeybees. However, due to the extensive use of chemical products, pests have started to develop resistance, diminishing the effectiveness of the treatments employed [3]. Alternatives, such as organic acids and materials derived from tobacco, pine leaves, garlic, thyme, and mint, are also used to manage Varroa [5]. However, if the concentrations of these products are not properly adjusted, residues can accumulate in bees and their products, leading to high costs. While Varroasis is a significant concern among bee diseases, an effective biocontrol method for Varroa mites has yet to be developed. Therefore, this study aimed to explore potential microbial biocontrol agents against Varroa destructor.

Research Methodology

Isolation of bacteria and characterization for their probiotic properties

A. mellifera bees were collected from 5 different hives at the "Aegean Agricultural Research Institute Beekeeping R&D Innovation Center" 10 individuals each, for a total of 50 bees. The bees were brought to the laboratory in sterile containers in a cold environment, and the bacteria were isolated on the same day. The gastrointestinal systems of the bees were extracted using sterile forceps and immediately placed in Eppendorf tubes containing 1 ml of sterile 0.9% NaCl. The samples were then homogenized by vigorous vortexing [6]. After serial dilution with sterile saline, the samples were inoculated onto MRSA, MEA, and SDA by spreading 100 µm on the surface. The petri dishes were then incubated at 25°C for 24 to 72 hours. At the end of incubation, each different colony seen in the petri dishes was purified.

All isolates were tested for their resistance to stomach acid and pepsin, their haemolytic activity, susceptibility to antibiotics, antimicrobial activities, proteolytic activities, and resistance to bile salts.

Resistance to stomach acid: All bacterial isolates were collected by centrifugation after 24 h incubation in NB and washed twice with sterile PBS (pH 7.2). The pellets were re-suspended in 1 ml of PBS at different pH's (pH 2.5, 3.0, and 4.0), and bacterial viability was determined at 0 and 3 hours. Isolates that did not decrease in viability at the end of the trial period were evaluated as resistant to stomach acid [7].

Pepsin resistance: As in the previous method, the collected bacterial cells were added to PBS solutions containing 3 mg/ml pepsin (Merck) at pH 2.0, pH 3.0, and pH 7.2 (control) and incubated at 37 ºC for 3 hours. The bacterial counts in samples taken from the control and experimental groups at the 0th, 1st, and 3rd hours of incubation were determined after 24-48

hours of incubation at 37 ºC in BHIA [7].

Proteolytic Activity: To determine proteolytic activity, 50 µL of cell extract was inoculated into 10% (w/v) skim milk agar medium, and plates were incubated at 37˚C for 48 hours [8]. At the end of incubation, colony diameter and proteolysis zone diameter were measured. Protease activity was determined according to the zone diameter/colony diameter ratio.

Haemolytic activity: The isolates were inoculated onto Columbia agar plates containing 5% (v/v) defibrinated horse blood by the streak method. After the plates were incubated at 37ºC for 48 hours, haemolysis zones around the colonies were examined. The presence of clear zones around the colonies was evaluated as β-haemolytic, the presence of green zones as α-haemolytic and the absence of any zone as γ-haemolytic. *Escherichia coli* O157:H7 RSSK 234 strains (α-haemolytic), *Staphylococcus aureus* ATCC 43300 strains (β-haemolytic) and *Enterococcus faecium* DSMZ 13590 strains (γ-haemolytic) were used as controls [7].

Antibiotic susceptibility: Antibiotic susceptibilities of the isolates were determined by disk diffusion method on BHI agar [9]. 24-h cultures of the isolates in BHIB were adjusted to 0.5 McFarland (Absorbance 625). 100 µl of culture was inoculated on BHIA by spread plate method and the petri dishes were left to dry for 20 minutes. Standard antibiotic disks were placed on the agar surface and the petri dishes were incubated at 37˚C for 48 hours (Erythromycin (15 µg/disc), Penicillin G (10 Unit), Tetracycline (10 µg/disc) and Nalidixic acid (30 µg/disc) (Oxoid).

Determination of antimicrobial activity: Antimicrobial activities of the isolates against *S. aureus* ATCC 43300, *Candida albicans* DSMZ 5817, *E. coli* O157:H7 (RSKK 234), *E. faecium* DSMZ 13590, *B. cereus* ATCC 10876 and *P. aeruginosa* ATCC 27853 strains were determined according to Pundir et al. [9]. The isolates were incubated in BHIB for 24 hours and then centrifuged at 4°C and 3500 rpm, and the supernatants were collected. Test microorganisms were incubated in LB broth at 37°C for 24 hours, and their density was adjusted to $1.5x10^8$ cfu/ml with 0.5 McFarland. Then, the test organisms were widely inoculated into MHA. The supernatants of the isolates were impregnated with 20 µl of sterile empty antibiotic disks of 6 mm diameter and then placed in MHA petri dishes. The petri dishes were evaluated in terms of inhibition zones around the disks after 24 hours of incubation at 37˚C.

Determination of bile salt resistance: To test bile salt tolerance, 0.3%, 0.5%, and 1% (w/v) bile salt (Merck, Darmstadt, Germany) was added to BHI broth. 1 ml of 18-hour active cultures of the isolates were centrifuged at 10.000 g for 5 minutes and the supernatant was discarded. The pellets were washed twice with PBS (pH 7.2) buffer, and after discarding the supernatants, they were suspended in a BHI medium containing 0.3%, 0.5%, and 1% bile salts and incubated at 37 ºC for 4 hours. Samples were taken from the test groups at the 0th and 4th hours of incubation, serial dilutions were made, and the remaining bacterial counts were determined by the spread plate method on the BHIA [9].

Identification of the potent Isolates

At the end of the characterization studies, promising isolates were identified using a polyphasic approach. The isolates' cultural and microscopic characteristics, Gram staining tests, and oxidase and catalase reactions were determined, and total genomic DNA was isolated with the PrestoTM Mini gDNA Bacteria Kit (Geneaid). Purity and the concentration of the Genomic DNA's were determined with a Nanodrop (Thermoscientific). 16S rDNA genes of the isolates were amplified with a thermal cycler (Bio-Rad T100). Universal bacterial primers 27 F (5'-AGA GTT TGA TCC TGG CTC AG 3') and 1492 R (5'-GGT TAC CTT GTT ACG ACT T-3') were

used for 16S rDNA amplification [10]. After checking the size and integrity of the amplicons by electrophoresis on a 1.5% agarose gel stained with GelRedTM, PCR products were purified and sequenced commercially (Letgen Co., İzmir, Türkiye). Nucleotide sequence data were aligned with sequences in the GenBank database using the BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) program available on the NCBI (National Center for Biotechnology Information) website, allowing the identification of isolates. Phylogenetic analysis was performed using MEGAv7 software.

In vitro Antagonistic activities of selected bacteria against V. destructor

The activities of selected isolates against *V. destructor* were investigated using a filter bioassay [11]. Healthy Varroa individuals were kindly provided by Mustafa Köseoğlu and his colleagues at the Aegean Agricultural Research Institute Beekeeping R&D Innovation Center. Freshly molted adult mites, characterized by their pale colour, relatively small size, and weak movements, were excluded from the experiment, as they might respond differently during the period when their cuticle was still hardening. Additionally, weak and abnormal-looking mites were discarded. The study was conducted in duplicate. The study groups included three different isolates, a consortium consisting of three bacteria, sterile saline water, BHI broth, and blank filter paper, which served as controls. Sterile filter papers measuring 3 cm x 3 cm were placed in sterile plastic petri dishes, and 400 µl of 24-hour bacterial cultures and control samples were transferred to the filter papers. Then, 5 healthy *V. destructor* individuals were placed on filter papers, and the Petri dishes were incubated at 37˚C. Samples were examined for mite motility under a microscope using a sterile toothpick every 60 minutes for 5 hours.

Results

Bacteria in the gastrointestinal tract of *Apis mellifera* are known to help digest food and protect against pathogens. Additionally, some of these microorganisms have probiotic properties. [12]. In our study, a total of 28 morphologically different bacteria were isolated from the gastrointestinal tract of bees (Figure 1). The majority of the 28 isolates (21 isolates, 75%) were Gram (+), while the others (7 isolates, 25%) were Gram (-) (**Table 1**). This finding is consistent with previous studies on characterizing culturable bacteria in the gut of *A. mellifera* [13, 14]. These studies have shown that Gram-negative rods may be constantly present at low levels, but more typically, Gram-positive bacilli are the dominant microbiota of honey stomachs.

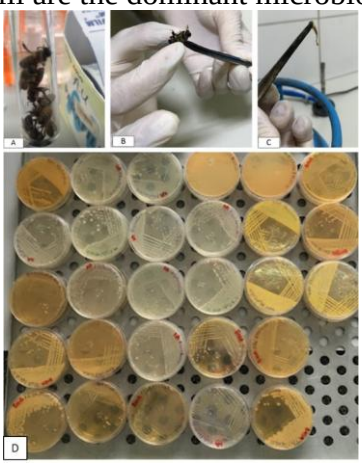


Figure 1. Sampling of the gastrointestinal systems of the bees and the bacterial isolates.

A total of 28 bacterial strains isolated from the gastrointestinal systems of honeybees were

characterized in terms of their morphology, physiology, and probiotic properties. First, the resistance of the isolates to stomach acid was determined. The numbers of the isolates adjusted to 1.0 - 1.5 x 10 6 CFU/ml (log 6) were determined after 3 hours of incubation at different pH's (2.5, 3.0, and 4.0) and it was determined that 14 isolates (50%) that maintained the log 6 level at the end of incubation were resistant to stomach acid (**Table 1**).

Subsequent studies were continued with these 14 isolates that were resistant to stomach acid. Later, the pepsin resistance of these 14 isolates was investigated, and it was determined that 11 isolates were also resistant to pepsin (**Table 1**).

The proteolytic activities of 11 isolates resistant to stomach acid and pepsin were investigated, and Seven isolates were found to exhibit extracellular proteolytic activity. Bacteria suitable for use as probiotics should not exhibit hemolytic activity. Consequently, the hemolytic activities of the remaining eleven isolates were assessed, revealing that one isolate had α-hemolytic activity, seven had β-hemolytic activity, and three isolates did not produce any hemolysis zone and were classified as non-hemolytic. Further studies were conducted with these three isolates (C11A, C12B, and C12A1).

Table 1. Characterization and probiotic properties of 28 isolates from *A. mellifera*

No	Isolate	Morphology and Gram stain	HE	C	MAD	PR	P	H
1	C5	Bacilli (+)	-	+	+	-	-	*
2	C9	Coccobacilli (-)	-	+	-	*	-	*
3	C7	Streptobacilli (-)	-	+	+	+	-	β
4	C14	Streptobacilli (+)	-	+	-	*	-	*
5	C1	Bacilli (+)	-	+	-	*	-	*
6	C6A	Streptobacilli (-)	-	+	+	+	-	β
7	C2B1	Cocci (+)	-	+	-	*	-	*
8	C8	Bacilli (+)	+	+	-	*	-	*
9	C13	Streptobacilli (+)	-	+	+	-	-	*
10	C2B2	Bacilli (+)	-	+	-	*	-	*
11	C6B	Streptobacilli (+)	-	+	+	+	-	β
12	C15B	Bacilli (+)	-	+	-	*	-	*
13	C4	Streptobacilli (+)	-	+	+	+	-	β
14	C15A2	Bacilli (+)	-	+	-	*	-	*
15	C12A2	Bacilli (+)	+	+	+	+	1.72	β
16	C11A	Bacilli (+)	-	+	+	+	1.60	γ
17	C11B	Bacilli (+)	+	+	+	+	1.43	β
18	C16A2	Bacilli (+)	-	+	+	+	1.53	β
19	C12B	Bacilli (-)	+	+	+	+	1.28	γ
20	C15A1-B	Bacilli (+)	-	+	-	*	-	*
21	B2	Cocci (+)	-	+	-	*	-	*
22	B3	Cocci (+)	-	+	-	*	-	*
23	B6	Bacilli (-)	-	+	-	+	-	*
24	B7	Bacilli (+)	+	+	+	*	1.24	α
25	B10	Bacilli (-)	-	+	+	-	-	*
26	B11	Bacilli (-)	-	+	-	*	-	*
27	B12	Cocci (+)	-	+	-	*	-	*
28	C12A1	Bacilli (+)	+	+	+	+	1.68	γ

O; oxidase test, **C**; Catalase test, **MAD**; Resistance to gastric acid, **PR**; Pepsin resistance, **P**; protease activity (zone diameter/colony diameter), **H**; hemolysis (β; beta hemolytic; alpha-hemolytic, γ; gamma hemolytic), SA; sensitivity against various antibiotics*; not detected.

The susceptibilities of 3 isolates with potential probiotic properties to various antibiotics were determined (**Table 2**). All 3 isolates were found to be sensitive to all antibiotics tested.

Table 2. Antibiotic susceptibility profiles of three isolates selected during the screening for their probiotic potential properties.

Antibiotics	Inhibition zone of the isolates (mm)		
	C11A	C12A1	C12B
Nalidixic Acid (NA)	26	28	25
Tetracycline (TE)	20	20	20
Erythromycin (E)	37	28	35
Penicillin G (P)	30	20	28

R; resistant (≤14mm), IS; Intermediate sensitive (15 – 19 mm) S; sensitive (≥ 20 mm).

The antimicrobial activities of the selected three isolates against various test organisms were evaluated. It was observed that the isolates generally exhibited no significant antimicrobial activity against the chosen test microorganisms (Table 3). However, weak activity was noted against some Gram-positive test bacteria. It was found that isolate C11A demonstrated low antibacterial activity against *B. cereus* and *S. aureus*, C12A1 only against *B. cereus*, and C12B only against *S. aureus* (8 μm).

Table 3. Antimicrobial activities of selected potent isolates against test microorganisms.

Test microorganisms	Inhibition zones (mm)		
	C11A	C12A1	C12B
Bacillus cereus ATCC 10876	8	8	-
Escherichia coli O157:H7 (RSKK 234)	-	-	-
Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853	-	-	-
Staphylococcus aureus ATCC43300	8	-	8
Enterococcus faecium DSMZ 13590	-	-	-
Candida albicans DSMZ 5817	-	-	-

The resistance of the potent isolates to bile salts at 3 different concentrations was also investigated and it was determined that all 3 isolates maintained their viability at a high rate or increased in viability in the presence of bile salt (**Table 4**).

Table 4. Bile salt tolerance of the three selected strains.

	log/cfu					
Time	**0.h**			**4.h**		
Bile salt (w/v)	0.3%	0.5%	1%	0.3%	0.5%	1%
C11A	7.96	8.15	7.89	6.75	> 9*	7.86
C12B	8.15	7.92	8.0	7.77	7.52	8.0
C12A1	> 9	8.17	8.15	8.20	8.23	8.11

The identification of three bacterial isolates with probiotic potential was conducted using a polyphasic approach. Based on cultural characteristics, microscopic features, and 16S rDNA sequence analysis results, C11A and C12B were identified as *Bacillus amyloliquefaciens*, while C12A1 was identified as *Bacillus velezensis* (Table 5).

Table 5. 16S rDNA region homology results obtained from sequence analysis.

	16S rDNA Sequence Analysis			
	Product Size (bp)	**Homology (%)**	**Species**	**GenBank Accession No**
C11A	1,145	98.36	*Bacillus amyloliquefaciens*	OM954339
C12B	1,146	99.30	*Bacillus amyloliquefaciens*	OM954340
C12A1	1,130	99.21	*Bacillus velezinsis*	OM954341

Three selected potent isolates against *V. destructor* were investigated by the filter bioassay method. The mobility of the mites was determined by examining them under a microscope every hour for 5 hours (**Table 6**). The images of the filter assay are also shown in **Figure 2**.

Table 6. Filter bioassay experiment results

	Number of motile mites (%)[a]						
Bacteria	**C (A625)**	**0.h**	**1.h**	**2.h**	**3.h**	**4.h**	**5.h**
K1[b]	1.0	100%	100%	100%	100%	100%	100%
K2[c]	1.0	100%	100%	100%	100%	100%	100%
***B. velezensis* (C12A1)**	1.0	100%	10%	40%	30%	50%	50%
***B. amyloliquefaciens* (C11A)**	1.0	100%	50%	40%	60%	70%	70%
***B. amyloliquefaciens* (C12B)**	1.0	100%	30%	50%	40%	70%	70%
Consortium	1.0	100%	40%	40%	70%	70%	70%

[a] Number of motile mites (%). The results were evaluated by comparing them with the control groups. **[b]: K1** Control group, sterile empty filter paper. **[c]: K2** Control group, filter paper containing sterile BHI Broth. **C (A625)** Bacterial concentration. Results obtained after 5 hours were not included in the evaluation. Mites were kept in the incubator throughout the experiment. A consortium is a mixture of equal amounts of 3 bacteria.

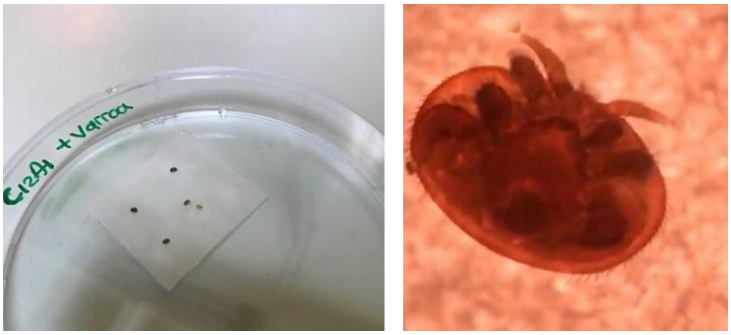


Figure 2. Determination of the activity of *B. velezensis* C12A1 strain against V. destructor by filter assay method.

Discussion

Some microorganisms found in the gastrointestinal tract of bees have probiotic properties [15]. The main feature required for this is that probiotic strains can survive in the acidic stomach environment. For this reason, the resistance of the isolated bacteria to stomach acid was investigated, and it was determined that half of the isolates could survive in acidic conditions. In a similar study, 3 of the 8 bacteria isolated from the intestines of bees were found to be resistant to stomach acid [16].

In pepsin resistance experiments, in 3 mg/ml pepsin (Merck) solution, pH 2.0 pepsin buffer, it was observed that there was no change in the number of 11 isolates at the end of the 3rd hour, while the others decreased by up to 3 logs. In pH 3.0 pepsin buffer, it was determined that there was an increase in bacterial cell numbers. In a similar study, it was observed that only 1 isolate out of 8 isolates maintained its viability at the end of 1 hour in pH 2.0 buffer, and there was no viability in the other isolates [12]. The study was continued with 11 isolates determined to be resistant to pepsin.

Probiotic bacteria are expected to have proteolytic activity in order to provide functions such as digestion of proteins, production of bioactive compounds, combating harmful microorganisms in the intestine and contributing to the absorption of nutrients [17]. Therefore, the protease activities of the isolates were investigated. In a similar study investigating the proteolytic activities of lactic acid bacteria grown in goat milk, it was observed that 24 isolates out of 58 isolates showed proteolytic activity [18]. In another study evaluating the proteolytic activity of selected lactic acid bacteria in fermented cow and camel milk, it was determined that the proteolytic activities of the obtained strains were quite high [19]. It is observed that the bacteria isolated from the bee gut have significant protease activity as in other living organisms.

Since hemolytic activity is a virulence factor that indicates pathogenicity, it poses a risk to consumer health. In addition, a strain with hemolytic activity cannot meet the necessary regulatory standards. For these reasons, probiotic bacteria should not have hemolytic activity [20]. Three of the bacterial strains isolated in this study (C12A1, C11A, and C12B) showed non-hemolytic properties. The fact that these strains did not show hemolytic activity indicates that they can be used as potential probiotics.

Probiotics are expected to be sensitive to antibiotics because they are likely to transfer antibiotic-resistance genes to other intestinal bacteria [21]. In this study, the 3 selected bacteria were sensitive to the test antibiotics and could be used safely as probiotics.

Through their antimicrobial activities, probiotic bacteria can defend against pathogens and contribute to the protection of intestinal microbiota health. Some of them can also target specific pathogens by producing bacteriocins [22]. In our study, it was determined that 3 bacteria with probiotic potential had some inhibitory activity against *B. cereus* and *S. aureus*. This activity shows that the selected strains can be effective in protecting bees against Gram (+) pathogens.

In order for probiotic bacteria to survive in the intestinal environment, to be able to make gastrointestinal transit and to maintain their metabolic activity in the intestinal environment, they must also be resistant to bile salts [23]. Tolerance to bile salts is a prerequisite for the colonization and metabolic activity of bacteria in the small intestine of the host. It was observed that *the B. velezensis* and *B. amyloliquefaciens* strains isolated in the study largely maintained their viability in the presence of bile salts at a concentration of 0.3–1% (w/v), and in some cases, an increase in cell numbers occurred. This feature also reveals the potential of the selected isolates to be used as probiotics.

In many studies, different bacteria with probiotic properties have been isolated and identified from the gastrointestinal tract of honeybees so far; *Gilliamella apicola, Snodgrasella alvi, Bifidobacterium* spp., *Lactobacillus* spp., *Frischella perrara, Parasaccharibacter apium* and *Bartonella apis* [24], *Gilliamella apicola, Snodgrasella alvi, Bifidobacterium and Lactobacillus* spp. [25], *Gilliamella* spp., *Snodgrasella* spp., *Frischella* spp., *Parasaccharibacter* spp. [26]. In the present study, *B. velezensis* C12A1, *B. amyloliquefaciens* C11A and *B. amyloliquefaciens C12B strains were isolated* from the stomach of *A. mellifera*. These species were previously

isolated from the stomachs of honeybees in some other studies [27, 28].

It has been determined that isolates previously isolated from the stomachs of honeybees and determined to have probiotic properties show bioactivity against various bee pests. For example; it was determined that potentially probiotic microorganisms *(Lactobacillus apis, L. kunkeei)* isolated from the gastrointestinal tract of honeybees inhibited *Melissococcus plutonius*, which causes European foulbrood , under *in vitro* conditions [29] . In a similar study, it was shown that this activity was due to the high antibacterial activity of purified bacteriocin (kunkecin A) against *M. plutonius* [30]. Again, in a study conducted for nosemosis, potentially probiotic microorganisms (*L. johnsonii* , *L. salivarius* , *L. kunkeei*) isolated from the gastrointestinal tract of honeybees inhibited *Nosema* sp. and caused a decrease in *N. ceranae spores* in adult honeybees [31]. In a study conducted for Varroosis, it was observed that microorganisms with potential probiotic properties (*E. faecium, L. johnsonii, B. asteroids*) isolated from the gastrointestinal tract of honeybees reduced in situ Varroosis levels by 50% to 80%, caused an increase in honeybee survival and soluble proteins, and caused 95-100% mortality in mites within 3 days after application [32]. Within the scope of the study, according to the bioassay results, it was observed that *B. velezensis* C12A1, out of 3 isolates with probiotic properties, inhibited *V. destructor* motility by 50%. The inhibitory effect of the other 2 isolates against mite motility was determined as 30% for *B. amyloliquefaciens* C11A and 40% for *B. amyloliquefaciens* C12B, respectively. It was observed that the consortium formed from the 3 isolates obtained inhibited mite motility by 30%.

Conclusions

In conclusion, the probiotic properties of bacteria isolated from the stomachs of honeybees and their activities against *V. destructor* were investigated. When a total of 28 bacterial isolates were evaluated in terms of all characteristics and bioactivities, it was determined that a total of 3 bacterial strains had significant potential to be used as probiotics. These bacteria were identified as *B. velezensis* C12A1, *B. amyloliquefaciens* C11A, and *B. amyloliquefaciens* C12B using the polyphasic approach and were also determined to be significantly effective against *V. destructor*. Before preparing a bio preparation with these isolates, it is necessary to determine whether they have any effect on honeybees. They have the potential to be used as food supplements and bio pesticides for bees, with in situ experiments to be conducted later.

Declarations

The manuscript has not been submitted to any other journal or conference.

Study Limitations

None

Acknowledgements

I would like to thank Mustafa KÖSOĞLU, senior agricultural engineer, and his valuable teammates at the Aegean Agricultural Research Institute Beekeeping R&D Innovation Centre for their help in collecting honeybees and mites in this study.

Funding source

This work was supported by the Ege University Scientific Research Project Coordination Unit (Project number: 22625).

Competing Interests

None

Ethical Approval

This research does not require ethical permission as it does not involve any animals that require ethical permission.

Informed Consent

All authors of this article have given their consent for publication.

References

1. Papa, R. Maier, A. Durazzo, M. Lucarini, I. K. Karabagias, M. Plutino, ... & I. Negri, "The honey bee Apis mellifera: An insect at the interface between human and ecosystem health," Biology, vol. 11, no. 2, pp. 233, Feb. 2022. https://doi.org/10.3390/biology11020233
2. Audisio, "Gram-positive bacteria with probiotic potential for the Apis mellifera L. honey bee: the experience in the northwest of Argentina," Probiotics and Antimicrobial Proteins, vol. 9, pp. 22–31, 2017. https://doi.org/10.1128/mBio.02164-15.
3. Tihelka, "Effects of synthetic and organic acaricides on honey bee health: a review," DOI, no. 10.26873/SVR-422-2017, 2018.
4. Ş. E. Suyabatmaz, A. R. Bozdeveci, & Ş. E. Karaoğlu, "Gastrointestinal Bacterial Flora in Honey Bees Bal Arilarinda Gastrointestinal Bakteriyel Flora," Uludag Aricilik Dergisi, vol. 20, no. 1, 2020. https://doi.org/10.31467/uluaricilik.701170
5. Maggi, P. Negri, S. Plischuk, N. Szawarski, F. De Piano, L. De Feudis, ... & C. Audisio, "Effects of the organic acids produced by a lactic acid bacterium in Apis mellifera colony development, Nosema ceranae control and fumagillin efficiency," Veterinary Microbiology, vol. 167, no. 3-4, pp. 474–483, Jul. 2013. https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2013.07.030
6. Wu, M. D. Adame, C. W. Liou, J. T. Barlow, T. T. Lai, G. Sharon, ... & S. K. Mazmanian, "Microbiota regulate social behaviour via stress response neurons in the brain," Nature, vol. 595, no. 7867, pp. 409–414, Jul. 2021. https://doi.org/10.1038/s41586-021-03669-y
7. Ugras, "Isolation, identification and characterization of probiotic properties of bacterium from the honey stomachs of Yigilca honeybees in Turkey," Turkiye Entomoloji Dergisi, vol. 41, no. 3, pp. 253–261, 2017. https://doi.org/10.16970/ted.74860
8. Padmavathi, R. Bhargavi, P. R. Priyanka, N. R. Niranjan, & P. V. Pavitra, "Screening of potential probiotic lactic acid bacteria and production of amylase and its partial purification," Journal of Genetic Engineering and Biotechnology, vol. 16, no. 2, pp. 357–362, Mar. 2018. https://doi.org/10.1016/j.jgeb.2018.03.005
9. Pundir, S. R. N. Kashyap, & A. Kaur, "Probiotic potential of lactic acid bacteria isolated from food samples: an in vitro study," Journal of Applied Pharmaceutical Science, vol. 3, no. 3, pp. 085–093, Mar. 2013. https://doi.org/10.7324/JAPS.2013.30317
10. Çalışkan, P. Gökfiliz-Yıldız, A. Özmen, H. Yıldırım, & A. Uzel, "Juniperus macrocarpa endophytes isolated on standard- and plant extract supplemented-culture media-and evaluation of their antimicrobial activity," Botanica Serbica, vol. 46, no. 2, pp. 217–227, Dec. 2022. https://doi.org/10.2298/BOTSERB2202217C
11. Moore, J. Spink, & M. Lipp, "Development and application of a database of food ingredient fraud and economically motivated adulteration from 1980 to 2010," Journal of Food Science, vol. 77, no. 4, pp. R118–R126, Apr. 2012. https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.02657.x
12. Papežíková, M. Palíková, E. Syrová, A. Zachová, K. Somerlíková, V. Kováčová, & L. Pecková, "Effect of feeding honey bee (Apis mellifera Hymenoptera: Apidae) colonies with honey, sugar solution, inverted sugar, and wheat starch syrup on nosematosis prevalence and intensity," Journal of Economic Entomology, vol. 113, no. 1, pp. 26–33, Jan. 2020. https://doi.org/10.1093/jee/toz251
13. El-Leithy & K. B. El-Sibaei, "External and internal microflora of the honey-bees (Apis mellifera L.)," Journal of General Microbiology, no. 0022-2704, 1972.

14. Mundo, Z. R. Xiong, Y. Galasong, D. C. Manns, T. D. Seeley, A. C. Vegdahl, & R. W. Worobo, “Diversity, antimicrobial production, and seasonal variation of honey bee microbiota isolated from the honey stomachs of the domestic honey bee, Apis mellifera,” Frontiers in Sustainable Food Systems, vol. 6, article 931363, Jan. 2023. https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.931363
15. Zheng, M. I. Steele, S. P. Leonard, E. V. Motta, & N. A. Moran, “Honey bees as models for gut microbiota research,” Lab Animal, vol. 47, no. 11, pp. 317–325, Nov. 2018.
16. Onur & H. Önlü, “Farklı Gıda Ürünlerinden İzole Edilen Laktik Asit Bakterilerinin Bazı Probiyotik Özelliklerinin Belirlenmesi,” Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, no. 32, pp. 562–572, Jan. 2022. https://doi.org/10.31590/ejosat.1041277
17. Sadaghdar, A. M. Mortazavian, & M. R. Ehsani, “Survival and activity of 5 probiotic lactobacilli strains in 2 types of flavored fermented milk,” Food Science and Biotechnology, vol. 21, pp. 151–157, Feb. 2012. https://doi.org/10.1007/s10068-012-0019-z
18. Atanasova, P. Moncheva, & I. Ivanova, “Proteolytic and antimicrobial activity of lactic acid bacteria grown in goat milk,” Biotechnology & Biotechnological Equipment, vol. 28, no. 6, pp. 1073–1078, Dec. 2014. https://doi.org/10.1080/13102818.2014.971487
19. Moslehishad, S. Mirdamadi, M. R. Ehsani, H. Ezzatpanah, & A. A. Moosavi-Movahedi, “The proteolytic activity of selected lactic acid bacteria in fermenting cow's and camel's milk and the resultant sensory characteristics of the products,” International Journal of Dairy Technology, vol. 66, no. 2, pp. 279–285, May 2013. https://doi.org/10.1111/1471-0307.12017
20. Yasmin, M. Saeed, W. A. Khan, A. Khaliq, M. F. J. Chughtai, R. Iqbal, ... & S. Tanweer, “In vitro probiotic potential and safety evaluation (hemolytic, cytotoxic activity) of Bifidobacterium strains isolated from raw camel milk,” Microorganisms, vol. 8, no. 3, pp. 354, Mar. 2020. https://doi.org/10.3390/microorganisms8030354
21. Quaresma, R. C. V. Santos, G. C. Gomes, M. F. Américo, G. M. Campos, J. G. Laguna, ... & L. C. L. de Jesus, “Multidrug resistance profile in Lactobacillus delbrueckii: a food industry species with probiotic properties,” World Journal of Microbiology and Biotechnology, vol. 40, no. 8, pp. 235, Aug. 2024. https://doi.org/10.1007/s11274-024-04046-3
22. Park, J. Y. Lee, Y. Kim, B. K. Kim, B. K. Kim, & S. I. Choi, “Biosafety characteristics and antibacterial activity of probiotic strains against Streptococcus mutans, Aggregatibacter actinomycetemcomitans, and Porphyromonas gingivalis,” Annals of Microbiology, vol. 75, no. 1, pp. 2, Jan. 2025. https://doi.org/10.1186/s13213-024-01790-7
23. Kusada, K. Morinaga, & H. Tamaki, “Identification of bile salt hydrolase and bile salt resistance in a probiotic bacterium Lactobacillus gasseri JCM1131T,” Microorganisms, vol. 9, no. 5, pp. 1011, May 2021. https://doi.org/10.3390/microorganisms9051011
24. Kačániová, J. Gasper, J. Brindza, Z. Schubertová, & E. Ivanišová, “Bacteria of Apis mellifera gastrointestinal tract: counts, identification and their antibiotic resistance,” Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Quality of Life, no. 1, 2017.
25. Papp, L. Békési, R. Farkas, L. Makrai, M. F. Judge, G. Maróti, ... & N. Solymosi, “Natural diversity of the honey bee (Apis mellifera) gut bacteriome in various climatic and seasonal states,” PLoS One, vol. 17, no. 9, article e0273844, Sep. 2022. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0273844
26. Khan, D. Somerville, M. Frese, & M. Nayudu, “Environmental gut bacteria in European honey bees (Apis mellifera) from Australia and their relationship to the chalkbrood disease,” PLoS One, vol. 15, no. 8, article e0238252, Aug. 2020. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238252
27. Gouda, K. M. Kumaranag, B. Ramakrishnan, & S. Subramanian, “Deciphering the complex interplay between gut microbiota and crop residue breakdown in forager and hive bees (Apis mellifera L.),” Current Research in Microbial Sciences, vol. 6, article 100233, Jan. 2024. https://doi.org/10.1016/j.crmicr.2024.100233
28. Pelka, A. B. Hafeez, R. W. Worobo, & P. Szweda, “Probiotic potential of Bacillus isolates from Polish bee pollen and bee bread,” Probiotics and Antimicrobial Proteins, vol. 17, no. 1, pp. 364–377, Jan.

2025. https://doi.org/10.1007/s12602-023-10157-4
29. Killer, S. Dubná, I. Sedláček, & P. Švec, “Lactobacillus apis sp. nov., from the stomach of honeybees (Apis mellifera), having an in vitro inhibitory effect on the causative agents of American and European foulbrood,” International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, vol. 64, no. 1, pp. 152–157, Jan. 2014. https://doi.org/10.1099/ijs.0.053033-0
30. Zendo, C. Ohashi, S. Maeno, X. Piao, S. Salminen, K. Sonomoto, & A. Endo, “Kunkecin A, a new nisin variant bacteriocin produced by the fructophilic lactic acid bacterium, Apilactobacillus kunkeei FF30-6 isolated from honey bees,” Frontiers in Microbiology, vol. 11, article 571903, Dec. 2020. https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.571903
31. Iorizzo, F. Letizia, S. Ganassi, B. Testa, S. Petrarca, G. Albanese, ... & A. De Cristofaro, “Functional properties and antimicrobial activity from lactic acid bacteria as resources to improve the health and welfare of honey bees,” Insects, vol. 13, no. 3, article 308, Mar. 2022. https://doi.org/10.3390/insects13030308
32. Giacobino, N. B. Cagnolo, J. Merke, E. Orellano, E. Bertozzi, G. Masciangelo, ... & M. Signorini, “Risk factors associated with the presence of Varroa destructor in honey bee colonies from east-central Argentina,” Preventive Veterinary Medicine, vol. 115, no. 3-4, pp. 280–287, Apr. 2014. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.04.002

Varroa destructor L.-ə qarşı mikrob mənşəli bioloji mübarizə vasitələrinin tədqiqi

Ayşegül Özmen[1], Ataç Üzəl[2]

[1,2] Ege Universiteti, Elm Fakültəsi, Biologiya Kafedrası, Bornova, İzmir, Türkiyə

[1]Magistr, Bioloq, Ege Universiteti, Elm Fakültəsi, Biologiya Kafedrası, Bornova, İzmir, Türkiyə, e-poçt: ozmenaysegul35@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9699-6011

[2]Professor, Biologiya elmləri doktoru, Ege Universiteti, Elm Fakültəsi, Biologiya Kafedrası, Bornova, İzmir, Türkiyə, e-poçt: atac.uzel@ege.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1304-0509

XÜLASƏ

Məqsəd: Varroa destructor arıların ən mühüm zərərvericilərindən biridir və ona qarşı istifadə olunan kimyəvi maddələr arı məhsullarında zərərli qalıqlar buraxa bilər. Buna görə də Varroa-ya qarşı ekoloji cəhətdən təhlükəsiz alternativlərə ehtiyac vardır. Bu tədqiqatın məqsədi arılardan probiyotik bakteriyaların izolyasiyası və onların V. destructor-a qarşı qoruyucu təsirinin araşdırılmasıdır.

Metodlar: Arıların həzm sistemi nümunələrindən MRSA, MEA və SDA qida mühitlərində bakteriyalar izolyasiya edilmişdir. Seçilmiş izolatların mədə turşusuna, öd duzlarına və pepsinə davamlılığı, hemolitik, antimikrob və proteolitik aktivliyi, həmçinin antibiotiklərə həssaslığı qiymətləndirilmişdir. 16S rDNT ardıcıllığına əsasən identifikasiya olunan bakteriyalar V. destructor-a qarşı bioloji aktivlik nümayiş etdirmişdir.

Nəticələr: İdentifikasiya olunan izolatlar Bacillus amyloliquefaciens (C11A və C12B) və Bacillus velezensis (C12A1) olmuşdur və probiyotik xüsusiyyətlərə malikdir. Probiyotik potensiala malik üç izolatdan B. velezensis gənələrin hərəkətliliyini 50% azaltmışdır. B. amyloliquefaciens C11A izolatı 10–30%, C12B isə 30–40% azalma təmin etmişdir. Bu izolatların birgə istifadəsi (konsorsium) isə hərəkətliliyi 30% azaltmışdır.

Nəticə: Arıların həzm sistemindən izolyasiya olunmuş bu bakteriyalar Varroa destructor-a qarşı bioloji mübarizədə perspektivli namizədlərdir.

Açar sözlər: Apis mellifera, Varroa destructor, Bioloji mübarizə, Probiyotik mikroorqanizmlər, Arı xəstəlikləri.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0726

THE IMPACT OF COMPLEX MODIFIERS ON THE MICROSTRUCTURE OF GRAY CAST IRONS

T. G. Jabbarov[1], S. G. Abbasov[2]

[1]Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,
Head of the Department, Department of Materials Science, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan, tahir196041@gmail.com; tahir-cabbarov@mail.ru
[2] Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department, Department of Mechanics, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan, ,
s.h.abbasov@mail.ru

Abstract: This study focused on the impact of complex modifiers on the structure and properties of gray cast irons. It was found that modification with rare earth metals (REM) can significantly alter the structure, hardness, and physical properties of gray cast irons. The most effective REM content for the working layer of white rolls is 0.18–0.29% ΣREM. The use of Ce and La to modify the hypoeutectic cast iron in the working layer, with an REM content of 0.054–0.102% ΣREM, promotes the formation of vermicular graphite. At an REM content of 0.112–0.295% ΣREM, both compact and vermicular graphite are formed. However, modification with REM does not lead to the formation of spheroidal graphite in the core of gray cast iron, unlike magnesium modification.

It has been determined that an increase in cooling rate promotes the formation of compact graphite, close to vermicular graphite, at lower ΣREM concentrations. At higher cooling rates of castings in chill molds (5.3°C/sec), a significant amount of carbide eutectic is observed in the microstructure at ΣREM content above 0.09%, completely suppressing graphite crystallization. Cast irons with more than 0.09% ΣREM exhibit a white cast iron structure with varying phase dispersion. Moreover, as the REM content increases, the amount of ledeburite in the structure decreases, while the overall carbide content rises. At a ΣREM content of 0.231% and cooling in a chill mold, ledeburite crystallization is completely suppressed, forming an anomalous eutectic consisting of large conglomerates of eutectic phase crystals.

It has been revealed that the effect of rare-earth metals (REM) on the shape of graphite inclusions is less effective than that of magnesium. Across all investigated cooling rates, ranging from 1.1 to 5.3°C/min, spheroidal graphite could not be obtained throughout the entire cross-section of the castings. At low ΣREM content (within 0.05–0.1%), vermicular graphite is formed. Compact graphite appears at a ΣREM content of 0.18–0.29%.

Keywords: *gray cast iron, composition, modification, structure, magnesium, rare earth elements, technological conditions.*

Problem Statement

Cast iron rolling mill rolls are widely used as primary forming tools in sheet and section rolling mills. The performance characteristics of the rolls largely depend on the hardness and wear resistance of the working layer, as well as the strength of the barrels, necks, and flanges. One of the key approaches to improving the quality and operational reliability of rolling mill rolls is

enhancing the structure and properties of all zones of the massive castings used in their production through the modification of cast iron.

As primary modifiers in roll casting production, metallic magnesium is predominantly used, along with, in some cases, magnesium alloys containing silicon and calcium or magnesium-based alloys with rare earth metals (REMs). It is worth noting that there is still no unified, scientifically substantiated consensus regarding the composition and proportion of REMs to be introduced when modifying gray cast irons for large-scale castings.

Review of Recent Advances in Scientific and Technical Research

Currently, the production of cast iron rolls with spheroidal graphite primarily relies on modification using metallic magnesium in open ladles with capacities ranging from 10 to 25 tons. Magnesium and its alloys remain the most accessible and economically viable spheroidizing agents [1]. Magnesium is used both in its pure form and in various mixtures and briquettes [2]. However, the exclusive use of metallic magnesium in modern conditions is significantly limited, particularly in terms of the quality of rolling mill rolls and environmental considerations. Significant improvements in the microstructure and properties of gray cast irons are achieved through modification with rare earth metals (REMs) and magnesium. The use of REMs and complex modifiers based on them is becoming increasingly prevalent [3, 4]. Nevertheless, the technological parameters of melt modification remain insufficiently studied, largely due to the instability of the chemical composition of gray cast irons.

In recent years, new generations of modifying additives have been developed for melts used in roll production, applicable to both chilled and high-strength cast irons [5]. In foundry practices, rare earth metal alloys with additives of cerium or yttrium are commonly utilized. Examples of such complex modifiers include the Reseed® (Rd) Inoculant from a Norwegian company [6] and alloys such as Scemish and Siitmish (currently known as FS30R3M30) [7]. However, it is important to note that the Reseed® (Rd) Inoculant is expensive and does not always ensure the production of high-strength cast iron with a controlled carbide phase fraction. Of particular interest is the study of the application of Scemish-type alloys in roll production. To advance technology and improve the efficiency of roll manufacturing from modified cast irons, a more thorough and systematic investigation is needed into the effects of complex modifiers on the formation of tools with stable structures and spheroidal graphite inclusions.

Objective of the Study

The objective of this study is to examine the impact of rare earth metals on the microstructure and properties of gray cast irons utilized in the production of rolling mill rolls.

Description of the Main Material

During the research, experimental samples were melted in an LPZ-67 induction furnace with an acid lining. The metal in the furnace was heated to a temperature range of 1430–1445°C. A crushed modifier with a particle size of 5–10 mm was used for the modification process. The modifier was introduced into the crucible before pouring using a foil bell mounted on a rod. The composition of the complex modifier is provided in Table 1. The cast iron was poured at a temperature of 1310–1320°C into both permanent molds and dry sand-clay cylindrical molds, each with an internal diameter of 50 mm and a length of 200 mm. Thermocouples (type VR–5/20), connected to a TRM 151 device, were installed in the molds to measure and record temperature curves during the solidification process. Metal feeding was carried out from the bottom.

The microstructural analysis was performed using metallographic microscopes, MIM-8M and Heophot-2, with magnifications ranging from ×200 to ×400. The microsections for analysis were prepared by etching in a 4% nitric acid (HNO_3) solution in ethyl alcohol.

Microstructural studies of samples from series melts of gray cast iron (with a silicon content of 1.57–1.66%) for samples 0–4 are shown in Figure 1 and summarized in Table 3. The images presented indicate that the white cast working layer contains fine spheroidal graphite inclusions, which are barely distinguishable due to the pearlitic structure of the alloy.

The results of the metallographic analysis suggest that the optimal dosage of the complex modifier containing at least 40.0% rare earth metals (REMs) is 1.5–2.0%, corresponding to an assimilation of 0.24–0.29% of the total REM content. In the gray cast iron poured into the mold (samples 8 and 9), the amount of cementite varies between 23.3–25.2%.

The use of a complex modifier containing 38% silicon and 4.3% aluminum did not allow for a clear determination of the impact of rare earth metals (REMs) alone on the formation of the microstructure and properties of roll cast irons, additional research was conducted on the modification of hypoeutectic cast iron with the following chemical composition (in wt%): carbon (C) – 3.2...2.4; silicon (Si) – 2.5...2.8; manganese (Mn) – 0.56...0.73; phosphorus (P) – 0.038...0.045; sulfur compounds (S_total) – 0.030...0.032. The content of the main elements, except for silicon and phosphorus, was chosen within the limits used for the working layer of rolls made of modified cast irons. [2]

Table 1. Chemical Composition of the Alloy Used

Total REM Content, at least %	Chemical Composition, %						
	Ce	Y	Si	Ca	Al	C	Fe
40,0	20-22	18-20	38	-	4,3	-	ост

Table 2. Chemical Composition of Experimental Samples and Quantity of Modifier Added

Sample No.	Modifier Addition, %	Chemical Composition of Cast Iron, %					
		C	Si	Мп	P	S	REM (Rare Earth Metals).
0	-	3,17	1.60	0,59	0,049	0,042	-
1	0,5	3,11	1,57	0.51	0,047	0,032	0,11
2	1,0	3,02	1,65	0,50	0,054	0,029	0.18
3	1,5	3,11	1,64	0,48	0,047	0,018	0,24
4	2,0	3,15	1,63	0,53	0,043	0,013	0,29

Table 3. Metallographic Analysis Results of the Microstructure of Gray Cast Iron Samples Solidified in Molds and Sand-Clay Forms

Sample No.	Mold Type	Cast Iron Type	Modifier Addition, %	Structural Components, %			Microhardness at 0.49N Load, MPa		Graphite	
				G	C	P	P	C	Shape	Size
0	Sand-clay	Gray	-	5,2	-	92,7	2395	-	PGf1	Pgd180
1	-//-	-//-	0,5	4,7	-	94,2	2423	-	PGf1	Pgd 90
2	-//-	-//-	0,6	4,7	-	95,0	2612	-	PGf1	Pgd 90
3	-//-	-//-	1,5	3,9	17,5	76,5	3094	8437	Gf 4	Pgd 45
4	-//-	-//-	2,0	0,49	22,6	74,9	2642	7684	SphGf 5	SphGd 15
5	Mold	Gray	-	-	26,3	71,7	2533	6762	-	-
6	-//-	-//-	0,5	4	-	95	2854	-	PGf 4	Pgd 15
7	-//-	-//-	1,0	-	24,7	65,4	2792	6760	-	-
8	-//-	-//-	1,5	-	25,2	71,8	3018	7654	-	-
9	-//-	-//-	2,0	-	23,3	73,7	292	6874	-	-

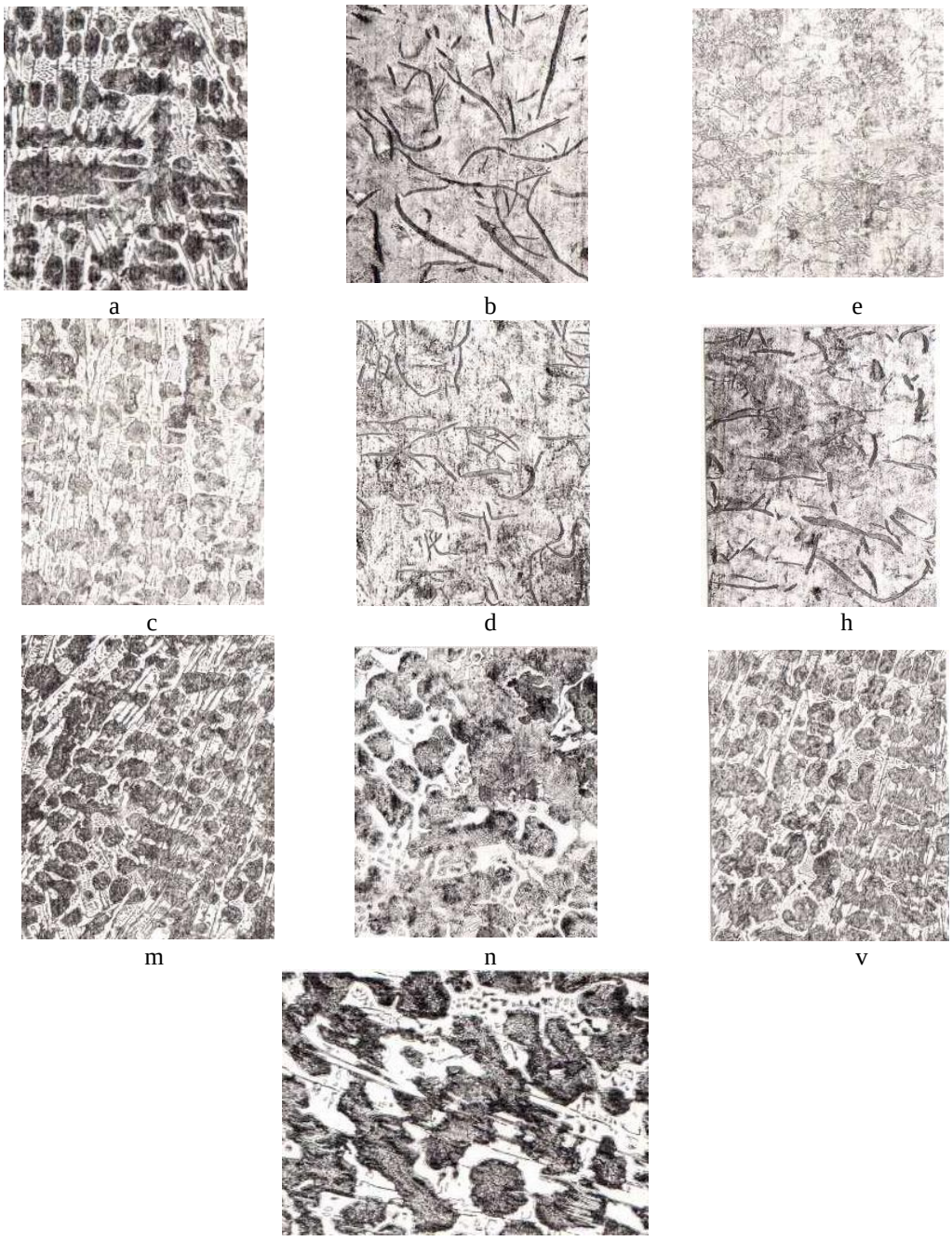


Figure 1 – Microstructure of gray cast iron: a, b – unmodified (sample 0, Tables 2 and 3, cast in a mold and sand mold, respectively); c-k – modified with REM (samples 1-4, Tables 2 and 3): e, c – 0.5%; d, h – 1.0%; m, n – 1.5%; v, k – 2.0%; e, d, m, v – crystallization in the mold ×200; c, h, n, k – crystallization in the sand mold ×200.

To study the influence of REMs alone on the formation of the microstructure, as well as the quantity and shape of graphite in cast irons, additional research was conducted on modifying hypoeutectic cast iron with the following mass composition (in %): carbon (C) – 3.2–2.4; silicon (Si) – 2.5–2.8; manganese (Mn)

During the study, the influence of the cooling rate of the casting and individual rare earth metals (REMs) on the formation of graphite inclusions and microstructure was evaluated.

The *structural components of the alloys correspond to the proportions of graphite (G), cementite (C), and pearlite (P). PGf1 and SphGf1 denote the shape of the graphite inclusions, while Pgd and SphGd represent the length and diameter of the graphite inclusions, respectively [8].

The metal was modified with additives of rare earth metals (REM), including cerium (Ce) and lanthanum (La). The content of added REM ranged from 0.15% to 1.1%. The studies conducted allowed for the elimination of the influence of other elements typically present in modern complex modifiers on the structural formation of hypo-eutectic cast iron. The results of the studies are presented in Table 4.

Table 4. Analysis results of the analysis of hypo-eutectic rolling cast irons modified with REM (Ce and La)

Type of mold and cooling rate, °C/s		Sample No	Содержка	Quantity, %".				Shape of graphite inclusions
				Ferrite	Carbides	Graphite	Pearlite	
Sand-clay mold	1,1	P-1	-	-	-	7,0	remaining	flaky
		P-2	0,0465	56,7	-	6,9		flaky
		P-3	0,054	64,6	-	6,4		vermicular.
		P-4	0,102	56,8	0,27	4,7		vermicular and compact
		P-5	0,112	34,5	0,27	8,11		vermicular and compact
		P-6	0,231	12,3	17,7	1,9		compact
		P-7	0,295	10,5	23,5	2,9		compact
		P-8	0,41	4,1	-	4,5		finely differentiated.
Mold	5,3	K-1	-	5,9	-	4,1	remaining	rosette-like.
		K-2	0,0465	29,4	-	5,5		rosette-like.
		K-3	0,054	34,8	24,7	1,2		compact
		K-4	0,102	1,2	30,3	0,9		compact
		K-5	0,112	1,3	32,0	0,9		compact
		K-6	0,231	2,5	31,4	0,38		compact
		K-7	0,295	0,8	30,3	0,9		compact
		K-8	0,41	1,0	30,4	0,5		compact point-like

The results obtained showed that in the initial cast iron before modification, the graphite exhibited a flake shape at a cooling rate of 1.1°C/s and a needle-like shape at 5.3°C/s. As the content of rare earth metals (REM) increased, the compactness of the graphite inclusions improved. At a REM content of 0.054–0.102% of the total rare earth metals (ΣREM), the graphite assumed a vermicular form. Both compact and vermicular graphite formed at a ΣREM content of 0.112–0.295%.

An increase in the total amount of REM above 0.33% led to a deterioration in the graphite shape, and at 0.41% ΣREM, a finely differentiated interdendritic graphite structure formed.

The studies also indicated that an increase in the cooling rate promoted the formation of compact, near-vermicular graphite at lower ΣREM concentrations. At higher cooling rates of castings in mold forms (5.3°C/s), even with more than 0.09% ΣREM, a significant amount of carbide eutectic was observed in the microstructure, completely suppressing graphite crystallization. Cast irons with more than 0.09% ΣREM exhibited a white iron structure with varying phase dispersion. As the REM content increased, the amount of ledeburite decreased, while the overall carbide content increased. At a ΣREM content of 0.231% and cooling in a mold form, ledeburite crystallization was completely suppressed, resulting in an abnormal eutectic composed of large conglomerates of eutectic phase crystals.

The study's results also indicated that the impact of REM on the shape of graphite inclusions is less effective than that of magnesium. At all investigated cooling rates, from 1.1°C to 5.3°C/min, it was not possible to obtain spherical graphite throughout the cross-section of the castings. With a low REM content (0.05–0.1% ΣREM), vermicular graphite formed, while compact graphite formed at a content of 0.18–0.29% ΣREM.

Thus, REMs are technological and effective modifiers for the working layer, resulting in a microstructure of white or gray-white cast iron. However, they cannot be recommended as modifiers for the central part and necks of gray cast iron rolls for the formation of spheroidal graphite.

Conclusions:

The results of the studies demonstrate that the use of rare earth metals (REM) allows for significant variation in the microstructure and physical-mechanical properties of white and mottled cast irons. Modification with REM, including cerium (Ce) and yttrium (Y), substantially alters the structure and hardness of the white iron working layer. The optimal amount of the complex modifier, containing at least 40.0% REM, is 1.5–2.0%, which corresponds to an assimilation of 0.24–0.29% ΣREM.

The analysis revealed that the application of cerium (Ce) and lanthanum (La) to modify hypoeutectic iron in the working layer, at a ΣREM content of 0.054–0.102%, promotes the formation of vermicular graphite. At a ΣREM content of 0.112–0.295%, both compact and vermicular graphite are formed. However, increasing the ΣREM content above 0.30% leads to a deterioration in the shape of the graphite.

In the modification of gray cast iron, it was found that REM additives, regardless of the crystallization rate, cannot fully ensure the formation of spherical graphite.

List of References:

1. Arif Mammadov, Agil Babaev, Nizami Ismailov, Mukhtar Huseinov, Faiq Guliyev. Identification of the nature of defects arising in the production of continuously cast pipe billets for the oil and gas industry// Eastern-European Journal of Enterprise Techologies, 4/1(124), 2023, p. *125–133. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.284387,link* https://journals.uran.ua/eejet/article/view/284387
2. Ицкович Г. М. Раскисление стали и модификация неметаллических включений. Москва: Металлургия, 2011. 306 с.
3. N.M. Hajibalaev f, S.D. Abdullaeva f, N.M. Abbasov eЧугун / А.Д. Шерман [и др.]. – 1-е изд. – М. : Металлургия, 1991. – 576 с.
4. Производство и применение прокатных валков : справочник / Т.С. Скобло [и др.]. – Харьков : ЦД № 1, 2013. – 572 с.
5. Официальный сайт NPP Group [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. – Электронные данные. – Режим доступа: www.npp.ru.
6. Elkem [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. – Электронные данные. – Режим доступа: www.elkem.com.
7. Модифицирование чугуна для отливок [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. – Электронные данные. – Режим доступа: www.steeltimes.ru/books/blastfurnace/pigironotlivki/24/24.php.
8. ГОСТ 3443-87. Отливки из чугуна с различной формой графита. Методы определения структуры. – Введ. 1987-02-26. – М. : Госстандарт СССР, 1988. – 42 с.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0732

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОДИФИЦИРОВАННОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА

[1,2]Сеидова Хаяла Гейдар, [1]Мамедова Расмийя Эльбрус., [1]Рзаева Вюсала Фахраддин

[1]Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Баку, Азербайджан
[2]Институт Нефтехимических Процессов имени акад. Ю.Г.Маммедалиева, Баку, Азербайджан
1 seidovakh@gmail.com , http://orcid.org/0009-0006-8451-064x
2 rasmiyyamammadova76@gmail.com , http://orcid.org/0009-0007-8698-8302
3. vusaler264@gmail.com, http://orcid.org/0000-0003-4352-099x

Абстракт

Целью данного исследования было улучшение свойств композитов полученных на основе полипропилен-цеолитов за счет усиления межфазной границы между полипропиленом и цеолитом. В качестве наполнителя для получения композита были использованы порошок природного Нахчиванского цеолита, а пластификатором были взяты минеральные масла. Композицию на основе порошкообразного цеолита и пластификаторов с полипропиленовой (ПП) матрицей (1, 2, 4 и 10 мас. %) готовили методом механического смешивания. Изучены совместимость и механические свойства наполнителя, а также пластификатора в композите. Исследовано влияние наполнителей на термические, механические, структурные и физические свойства ПП-композита. Показано, что композиты на матрице полипропилена и цеолита в качестве наполнителя при низких скоростях наполнения (2-3%) характеризуются хорошими физико-механическими свойствами. Твердость композита, полученного в опытах 3 (средняя оценка 72) и 4 (средняя оценка также 72) выше. Методом термического анализа ДСК-ТГ изучены термические показатели. На основании термограммы выявлены, что первичное разрушение полученного композита начинается при температуре 320^0C. Также были рассчитаны степень набухания композиционных материалов 5 различных средах (вода, ацетон, бензол, бензин, дихлорэтан). Определен показатель текучести композитов в сплаве. Индекс текучести армированного ПП был меньше, чем у исходной матрицы.

Ключевые слова: наполнитель, армилирования, полипропилен, цеолит.

ВВЕДЕНИЕ

Производство полипропилена составляет около 20% мирового производства всех полимерных материалов и продолжает расти. По объему производства он находится на втором месте после полиэтилена. Этот полимер можно перерабатывать всеми высокотехнологичными и высокопроизводительными методами переработки полимеров, включая экструзия. Полипропилен нашел широкий спектр практического применения, включая пленки, волокна, автомобильные детали, широкий спектр продукции легкой промышленности, детали бытовой техники и многое другое.

Модификация полипропилена путем создания различных композиционных

материалов позволяет существенно расширить область его применения. Наполненный полипропилен занимает одно из первых мест среди наполненных термопластов. В настоящее время все больше внимания уделяется приготовлению композитов с природными минеральными наполнителями.

Представленная статья посвящена разработке полимерных композитов на основе полипропилен с улучшенными физико-механическими свойствами, в первую очередь оптимальным балансом жесткости и ударопрочности, за счет совместного применения полипропилена и цеолитов, добываемых в Азербайджане.

Методом ИК-спектрального анализа был определен состав и структура модифицированного полипропилена (ПП), а методом термического анализа ДТА-ТГ - определение его термических показателей.

Экспериментальный часть

В лаборатории с использованием технологического оборудования были получены наполнительно-полимерные материалы различного состава и изучены свойства полученных композитов в зависимости от состава ингредиентов и технологических параметров. В данном случае мы в основном использовали полипропилен марки PPG1035-08, производимый на полипропиленовом заводе «SOCAR Polymer».

В наших исследованиях в качестве наполнителя мы в основном использовали Нахчыванский цеолит. Природный цеолит Нахчывана представляет собой цеолитсодержащий образец, взятый с северо-запада бассейна Кюкучай. Здесь количество цеолита колеблется в пределах 75-80%, а его состав состоит из 78,5% основного минерала морденита, 19,5% кварца и 2,00% анортита. В качестве пластификатора использовалось минеральное масло.

Композиты на основе полипропилена и модифицированных цеолитов получены смешением расплавов механическим способом. При этом на первом этапе готовят матрицу и наполнитель и/или пластификатор, затем их смешивают в необходимом соотношении и получают конечные смеси и композиты заданного состава. Процесс приготовления композиции осуществлялся с использованием внутреннего смесителя Thermo Haake Polydrive. Условия обработки осуществлялись при температуре 170-180°C и времени смешивания 7 минут. Перед процессом смешивания количество ПП и цеолита взвешивали перед этапом смешивания во время составления композиции. Затем ПП поместили во внутренний смеситель и позволили ему расплавиться в течение примерно 2 минут. Затем добавляли цеолит в необходимом соотношении. Подготовленный композит затем вынимают из обрабатывающего смесителя и охлаждают формованием. Физико-химические свойства полученных композитов были изучены различными методами анализа. Показатель текучести расплава полипропилена и композиционных материалов на его основе измеряли по ГОСТ 11645-73 при температуре 230^0C и нагрузке 2,16 кг в капиллярном вискозиметре типа ИИРТ-М. Метод заключается в определении массы материала, выделенного из устройства за 10 минут при заданных условиях температуры и давления. Для определения показателя текучести расплава термопластов применяют экструзионный пластомер, состоящий из экструзионной камеры, поршня, капилляра и дополнительного груза. В аппарат наполняют определенное количество образца, потом нагревают до соответствующей температуры испытания и выдерживают при этой температуре не менее 4 минут. Потом в течение 10 минут определяют количество образца,

выделяемого из капилляра.

Основные механические параметры при растяжении в работе определялись на разрывной машине Р-5 «Точприбор», имеющей широкую скорость раскрытия захвата и соединенной с компьютером для автоматической регистрации данных измерений по ГОСТ 11262-80.

Твердость проводили на приборе ТМ-2. Твердость измеряют не менее чем в трех точках в разных местах образца. Расстояние между точками измерения должно быть не менее 5 мм. Прибор настольного типа ТК-2 предназначен для измерения твердости алмазного конуса или стального шарика под заданной нагрузкой в течение определенного периода времени методом индентирования. Испытание проводят по ГОСТ 9013-59 «Твердость по Роквеллу».

Набухание композитов изучали в различных средах (ацетон, бензол, вода и т.д.).

Термограммы композитов, приготовленных на основе ПП снимали в приборе синхронный термоанализатор STA 449 F3 Jupiter.

Результаты и обсуждение

Известно, что композиты состоят из двух основных фаз: матрицы и наполнителя или армирования. Матрица является первичной фазой, а наполнитель или армирующий агент — вторичной фазой композита. В нашем исследовании мы использовали природный цеолит. В таблице 1 даны составвы композитов, изготовленного на основе наполнителя в соотношении 1-10 массовых % в расчете на 100 массовых частей полипропилена.

Таблица 1. Состав композита на основе полипропилен и цеолита

№	Компоненты композита	Состав композита, масс. Доля				
		1	2	3	4	5
1	полипропилен	100	100	100	100	100
2	цеолит	-	1	1	5	10
3	пластификатор	-	-	4.6	-	-

Показатель текучести расплава композитов определяли в условиях, при температуре 190°С в приборе ИИРТ-М и с использованием стандартного капилляра внутренним диаметром 2 мм из закаленной стали длиной 0,2 мм с массой загрузки 2,75 кг. Предварительный нагрев полимерного композиционного материала осуществляли в камере нагрева в течение 4 минут и определяли индекс плавления в течение 10 минут. За результат испытаний принимали среднее арифметическое результатов двух определений по трем материалам с расхождением масс не более 5%. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2. Скорости течения в сплаве за 10 минут в установке ИИРТ-М

	Матрица, полипропилен, масс. доля	Дополнители, масс. доля	Индекс текучести за 10 мин, под нагрузкой
1	100	-	2.0582
2	100	1 цеолит	1.2473
3	100	1 цеолит/4.6 (минеральные масла)	2.8024
4	100	5 цеолит	14.38
5	100	10 цеолит	17,56

Как видно из таблицы 2, при использовании цеолита в качестве наполнителя индекс плавления композита снижается, а при использовании пластификатора плавление происходит в более мягких условиях.

Наиболее часто используемой характеристикой механических свойств полимеров является твердость. В связи с этим, исходя из структурных характеристик композиционных материалов, в качестве метода исследования твердости был принят метод Шора. Для каждого из композитов, изготовленных на основе полипропилена, для испытания измеряли твердость 3-х различных частей образцов и рассчитывали среднее значение твердости. Полученные результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3. Твердость композитов на основе полипропилена

Образец	I точка	II точка	III точка	Средняя оценка
1	62	69	59	63
2	60	69	65	65
3	72	71	72	72
4	69	73	72	72
5	71	72	72	71

Как видно из таблицы 3, твердость композита, полученного в опытах 3 и 4 выше.

Исследование степени набухания композитов на основе полипропилена проводилось в 5 различных средах в течение 2 месяцев. В качестве сред использовали воду, ацетон, бензин, дихлорэтан, бензол. Для каждого композита зависящую от времени массу после набухания при комнатной температуре взвешивали на аналитических весах с точностью до 0,0001. По изменению массы по таблицам рассчитывали скорости набухания и строили кривую α-τ.

Степень набухания в ацетоне композита, приготовленного с использованием цеолита в качестве полипропиленового наполнителя, наблюдали в течение 30 суток при комнатной температуре, изменения массы в зависимости от времени приведены в таблице 4, а график степени набухания, рассчитанный на основе этой таблицы, приведен на рис. 1.

Таблица 4. Степень набухания в ацетоне композита, полученного с использованием цеолита в качестве полипропиленового наполнителя

	0 мин	**2 сут**	**4 сут**	**6 сут**	**8 сут**	**10 сут**	**15 сут**	**30 сут**
1	0.1410	0.1411	0.1412	0.1413	0.1418	0.1420	0.1426	0.1438
2	0,2586	0.2588	0.2595	0.2597	0.2600	0.2609	0.2621	0.2637
3	0,1822	0.1823	0.1824	0.1826	0.1831	0.1835	0.1843	0.1847
4	0,1104	0.1106	0.1107	0.1108	0.1109	0.1115	0.1119	0.1121
5	0,1571	0.1573	0.1576	0.1578	0.1584	0.1586	0.1588	0.1589

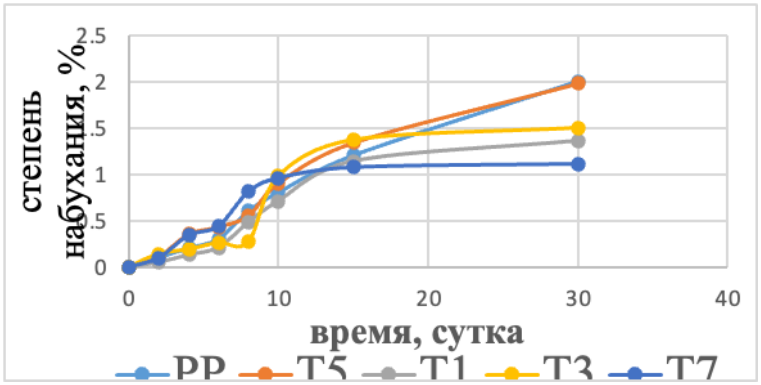


Рисунок 1. Степень набухания в ацетоне композита, полученного с использованием цеолита в качестве полипропиленового наполнителя

Как видно из кривых, в самом ПП (кривая 1) в течение первых 10 дней набухания практически не возникало. В течение 10 дней набухания составил 0,8%, а в течение 30 дней составил всего 2%. Кривая 2, где взято 1 масс. доля наполнителя для ПП-матрицы набухание за 30 дней составило 1,98%, 5 м.д. при взятого цеолита скорость набухания снизилась на 1,36% в течение 30 дней. Количество цеолита по матрице составляет 10 м.д. при приеме величина набухания составила 1,5% по сравнению с аналогичными представителями. В образце композита с добавлением пластификатора вместе с наполнителем величина набухания была меньше – 1,11%.

Нами исследовано набухание ПП и композитов на его основе в бензине, который считается агрессивной средой, отличной от ацетона. В таблице 5 приведены изменение массы композитов и на основе изменение массы рассчитано степень набухания и построено график (рисунок 2).

Таблица 5. Изменение массы композита на основе полипропилена с использованием цеолита в качестве наполнителя в среде бензана

	0 сут	2 сут	4 сут	6 сут	8 сут	10 сут	15 сут	30 сут
1	0.2545	0.2573	0.2626	0.2657	0.2693	0.2723	0.2799	0.2894
2	0.2270	0.2292	0.2338	0.2363	0.2386	0.2418	0.2486	0.2567
3	0.3457	0.3449	0.3522	0.3591	0.3613	0.3664	0.3696	0.3772
4	0.1540	0.1552	0.1566	0.1598	0.1603	0.1617	0.1635	0.1679
5	0.1475	0.1485	0.1499	0.1532	0.1539	0.1562	0.1567	0.1608

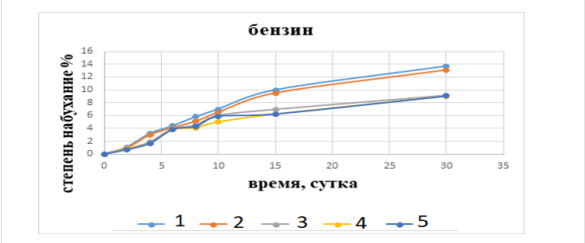


Рисунок 2. Степень набухания в бензине композита, полученного с использованием цеолита

При использовании в качестве растворителя бензина степень набухания полипропилена составила 14% при комнатной температуре в течение 30 суток. В композите под номером 2 степень набухания достигала ≈6,8% в течение первых 10 дней, а в течение 15 дней нашего исследования степень набухания достигала ≈9%. За 30 дней этот показатель составил ≈12,5. В эксперименте 2, то есть 100 м.д. по полипропилену 5 м.д. скорость набухания композита на основе цеолита составила 6% за 10 суток и ≈9% за 30 суток. В эксперименте 3 т.е. полипропилен: цеолит (100 м.д. : 10 м.д.) скорость набухания композита на основе цеолита составила ≈6%, показав тот же результат, что и композит под номером 4, в течение 15 дней. В течение 30 дней композиты 2, 4 и 5 имели степень набухания ≈7%.

Результаты набухания композитов, изготовленных на основе ПП и Нахчыванского цеолита в ароматической среде, описаны в таблице 6 и рисунке 3.

Таблица 6. Набухание в бензоле композита, полученного с использованием цеолита в качестве полипропиленового наполнителя

	0 сут	2сут	4 сут	6 сут	8 сут	10 сут	15 сут	30 сут
1	0.1678	0.1712	0.1745	0.1778	0.1805	0.1820	0.1854	0.1888
2	0.1800	0.1834	0.1871	0.1906	0.1929	0.1944	0.1980	0.2016
3	0.1348	0.1372	0.1399	0.1423	0.1441	0.1453	0.1471	0.1507
4	0.1284	0.1307	0.1332	0.1355	0.1371	0.1373	0.1397	0.1425
5	0.2455	0.2497	0.2538	0.2588	0.2622	0.2626	0.2676	0.2745

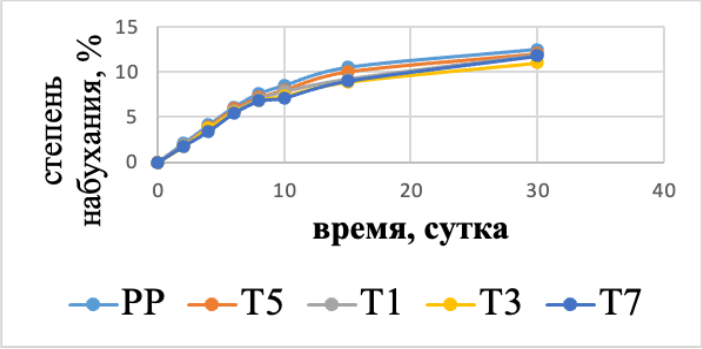


Рисунок 3. Набухание в бензоле композита, полученного с использованием цеолита в качестве полипропиленового наполнителя

Степень набухания полипропилена составила ≈10,9% при комнатной температуре в течение 15 суток. За 30 дней этот показатель составил ≈12,8%. Матрица: наполнитель= 100 м.д. : 10 м.д. Скорость набухания композита, изготовленного на основе цеолита, достигла ≈8% за 10 суток, а 10% за 15 суток, как видно из графика, образец под номером имеет практически такой же показатель и показывает скорость набухания ≈8% за 10 суток. Через 30 дней достигнута степень набухания ≈12% при показателях, близких к клмпозита под номером 2. Композит № 4 имел самую низкую степень набухания ≈8,8% по сравнению с другими образцами через 30 дней. Образец №5 скорость набухания композита, изготовленного с применением пластификатора, составила ≈7% за 10 дней и ≈12% за 30 дней.

Одновременно определяли величину и степень набухания композитов на основе ПП в дихлорэтане. Результаты приведены в таблице 7 и на рисунке 4

Таблица 7. Степень набухания в дихлорэтане композита, полученного с использованием цеолита в качестве полипропиленового наполнителя

	0 сут	2сут	4 сут	6 сут	8 сут	10 сут	15 сут	30 сут
1	0.1514	0.1519	0.1559	0.1589	0.1620	0.1665	0.1756	0.1819
2	0.2534	0.2547	0.2560	0.2580	0.2584	0.2619	0.2878	0.3015
3	0.2824	0.2827	0.2832	0.2834	0.2836	0.2879	0.3050	0.3150
4	0.146	0.1472	0.1480	0.1489	0.1490	0.1510	0.1590	0.1635
5	0.3446	0.3448	0.3472	0.3486	0.3524	0.3850	0.4039	0.4121

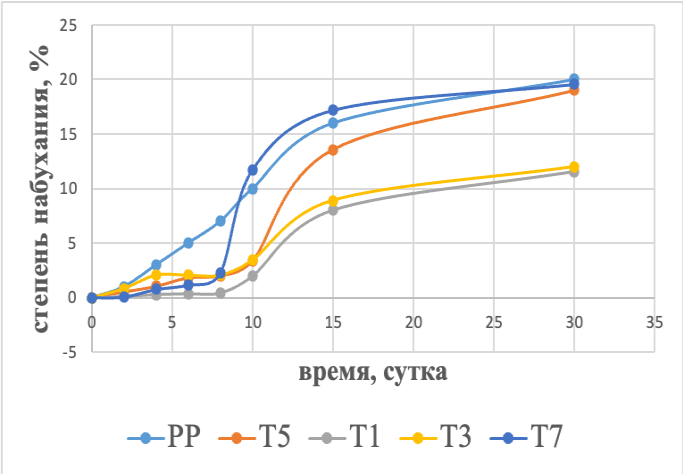


Рисунок 4. Степень набухания в дихлорэтане композита, полученного с использованием цеолита в качестве полипропиленового наполнителя.

При использовании в качестве растворителя дихлорэтана степень набухания полипропилена составила ≈10% в течение 10 суток. Со временем этот показатель увеличивается до 20% за 30 дней. Также композиты №2 и №3 имели степень набухания ≈19,8% в течение 30 дней, имея примерно такой же показатель, как и полипропилен. Композиты № 2 и № 4 имели относительно низкую скорость набухания по сравнению с другими образцами. Как видно из графика, максимальная скорость набухания за 30 дней составляет ≈12,5%.

Набухание в водной среде практически не наблюдалось, как в матрице, так и в композитах на основе ПП. Скорость набухания практически равна 0.

С целью изучения термических свойств образцов композитов, изготовленных на основе ПП, были построены кривые ДСК-ТГ образцов, доведенных до постоянной массы после экстракции (рисунок 5 и 6).

Как видно из ТГ-кривой модифицированной формы с использованием в качестве наполнителя полипропилена и Нахчыванского цеолита (рис. 5), образец оставался стабильным до 340 ^{0}C, затем при повышении температуры до 500 ^{0}C в полученном нами композиционном материале произошел процесс разрушения. То есть композиционный материал, полученный в результате модификации полипропилена цеолитом, находится в рабочем состоянии до 340 ^{0}C. На кривой ДТА образца №2 наблюдаются два максимальных экзотермических пика. Максимальная первая экзотерма составляет 390 ^{0}C, а второй

максимальный экзотермический пик наблюдается при 778,4 ^{0}C.

При этом снимали термограмму образца состава (образец №5), приготовленного на основе минерального масла в качестве цеолита ПП и пластификатора. Показатели выборки аналогичны показателям выборки образца № 2. Как видим, ТГ-кривая практически стабильна до 320 ^{0}C, процесс разрушения происходил при следующей температуре. Отсюда можно сделать вывод, что купленный нами композиционный материал пригоден для использования до 320 ^{0}C. На кривой ДТА наблюдаются два максимальных экзотермических пика (395 ^{0}C и 780,2 ^{0}C).

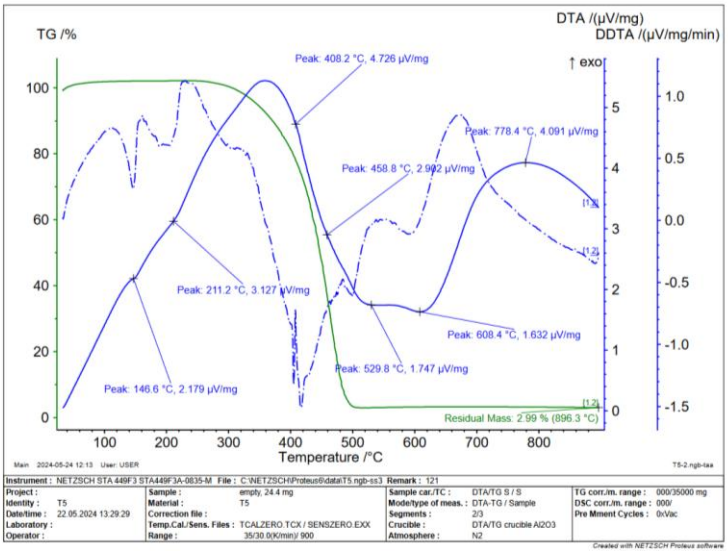


Рисунок 5. Термограмма модифицированной формы с использованием полипропилена и Нахчыванского цеолита в качестве наполнителя

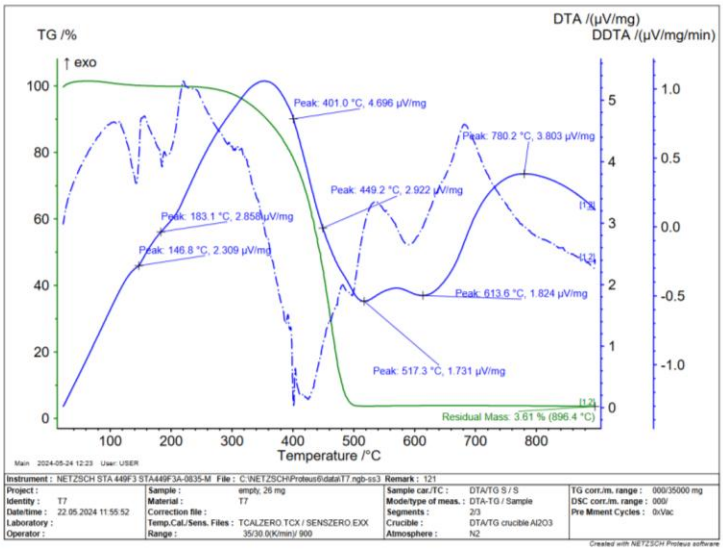


Рисунок 6. Термограмма композита, изготовленного с использованием полипропиленового наполнителя и пластификатора.

Заключение

Путем механического смешивания получены полимерные композиционные материалы на основе полипропиленового наполнителя Нахчыванский цеолит и минеральное масла в качестве пластификатора. Изучены физико-механические и термические свойства полученных композиционных материалов. Установлено, что свойства приготовленной композиции зависят от природы и количества добавок, использованных при ее приготовлении. Показано, что композиты на основе полипропилена и цеолита при низких скоростях наполнения (2-3%) характеризуются удовлетворительными физико-механическими свойствами. Методом термического анализа ДСК-ТГ - его термические показатели. Выявлены характерные функциональные группы, соответствующие полосам поглощения в спектре, на основании термограммы установлено, что первичное разрушение полученного композита начинается при температуре 320^0C. При этом были рассчитаны свойства набухания композиционных материалов на основе ПП в 5 средах (вода, ацетон, бензол, бензин, дихлорэтан). Определен показатель текучести композитов в сплаве. Индекс текучести армированного ПП был меньше, чем у исходной матрицы.

Литература

1. Базунова М. В., Васюкова А. С., Салихов Р. Б., Захаров В. П. Изучение влияния структуры поверхности полимерных композиционных материалов на основе вторичного полипропилена и природных наполнителей различного происхождения на физико-механические свойства // Вестник Технологич. ун-та. 2018. Т. 21. №7. с. 37–40.
2. Qarayeva Ş.H., Quliyev T.D., Ramazanov Q.Ə. Istifadədə olmuş polipropilenin təkrar emalı zamanı mexanokimyəvi modifikasiyası // экология и охрана жизнедеятельности: достижения и проблемы, 2020, стр. 157-159.
3. Özmihçi F., Balköse D., Ülkü S. Natural zeolite polypropylene composite film preparation and characterization // Journal of Applied Polymer Science Volume82, Issue12 , 2001, p. 2913-292
4. Məmmədova G.T., Seyidova X.H., Nəcəfova-Əliyeva G.S, Əliyeva Z.N. Polipropleп və seolit əsasında alınan kompozisiyaların tədqiqi // ELMİ MƏCMUƏ 6 (2), p. 20-29
5. Sufian A. S., Samat N., Sulaiman M. Y. M., & Paulus, W. (). Alumina Recovery from Industrial Waste: Study on the Thermal, Tensile and Wear Properties of Polypropylene/Alumina Nanocomposites // International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology. 2020. Vol 7.p.163–172
6. Shabarin A.A., Kuzmin A.M., Vodyakov V.N. Shabarin I.A. Получение биоразлагаемых композиционных материалов на основе полиолефинов и лузги семян подсолнечника // Известия высших учебных заведений. Серия «Химия и химическая технология». - 2021. - Т. 64. - №4. - с. 73-78
7. Горбачев А.В., Файзуллин И.З., Вольфсон С.И., Канарский А.В., Захаров И.В.,Казаков Ю.М. Композиционный материал на основе полиолефинов и модифицированных растительных наполнителей. //Пластические массы. 2023;1(1-2), стр. 48 52
8. Смирнов А.В., Базунова М.В. Получение композиционных материалов на основе полипропилена и оксида алюминия // Актуальные проблемы науки о полимерах II Всероссийской научной конференции (с международным участием) преподавателей и

студентов вузов. Отв. редактор Н.Е. Темникова. Казань, 2021, стр. 119-120
9. Тураев Э.Р., Бекназаров Х.С., Ахмедов У.К., Джалилов А.Т. Влияние размеров частиц талька на межфазные взаимодействия композиционных материалов на основе полипропилена // Universum: химия и биология. Номер: 12 (54), 2018 стр. 53-57
10. Тошхужаев А.А., Тиллаев А.Т., Вафаев О.Ш., Ражабов Р. В. Исследование влияния силоксана на физико-механического свойства композиционного материала на основе полипропилена // Universum: технические науки. Номер: 8-2 (101), 2022, стр. 43-46
11. Jan Nisar , Muhammad Anas Khan , Ghulam Ali , Munawar Iqbal , Afzal Shah , Muhammad Raza Shah , Sirajuddin , Syed Tufail Hussain Sherazi , Luqman Ali Shah and Nafees Ur Rehman. Pyrolysis of polypropylene over zeolite mordenite ammonium: Kinetics and products distribution // Journal of Polymer Engineering, 39 (9), 2019, p.785-793

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0742

INFLUENCE OF PROCESSİNG METHODS OF MOURVEDRE GRAPE CROP GROWİNG İN ABSHERON ON THE AMOUNT OF ANTHOCİANS İN THE WİNE TO BE PRODUCED

Vugar Mikaylov[1], Konul Baloghlanova[2], Terane Aghayeva[3], Vusale Suleymanova[4], Aynur Arabzada[5], Gulnar Shirinova[6]

Azerbaijan State Oil and Industry University "Faculty of Chemical Technology"

[1] Doctor of Technical Sciences, Professor, http://orcid.org/0009-0000-92832952, vuqar.mikayilov@asoiu.edu.az
[2] Doctor of Philosophy in Technical Sciences, http://orcid.org/0009-0008-6902-4293, konul.baloglanova@ asoiu.edu.az
[3] Doctor of Philosophy in Biology, http://orcid.org/0000-0000-0000-0000, terane.agayeva.s@ asoiu.edu.az
[4] Doctor of Philosophy in Biology, http://orcid.org/0009-0005-9189-9588, suleymanovavusale@ asoiu.edu.az
[5]Doctor of Philosophy in Biology, associate professor, http://orcid.org/0009-0009-3531-8688, aynur.arabzade@asoiu.edu.az
[6] Doctor of Philosophy in Biology, http://orcid.org/0009-0008-5128-605X, shirinova@ asoiu.edu.az

ABSTRACT

The effect of the processing methods of the Murvedr grape variety grown in Absheron on the amount of anthocyanins in the resulting wine has been studied. As the research object, natural wine obtained from the fermentation of grapes harvested from Murvedr grape vineyards planted at "Mərəndi" LLC in the Absheron Peninsula was used. The average grape yield per hectare of Mourvedre grapes grown in Absheron was 5000 kg. One of the main goals of the initial processing of the grapes is to extract more juice, which is influenced by factors such as the grape variety, weather conditions during harvesting, and other factors. The quality of the resulting wine is affected by the degree of ripeness, the fermentation process, the use of ferment preparations, yeast nutrition, etc. In wine production technology, the goal is to achieve a characteristic color, a high level of extractive substances, and meet the organoleptic evaluation standards. High-efficiency liquid chromatography was used as the research method, and standard samples of malvidin monoglucoside were used for peak identification. Anthocyanins, which are natural colorants, mainly pass from the grape skin during fermentation. Anthocyanins not only form the color of the wine but also possess antioxidant properties. These include 6 major glucosides in grapes and wine: malvidin, cyanidin, peonidin, petunidin, pelargonidin, and delphinidin. In general, anthocyanins in red wines mainly consist of pyran and acyl sugar mono- and diglucosides. The quality and quantity of anthocyanins in red wines are determined by several factors, one of which is the grape variety. The composition of anthocyanins can be influenced by processing technology and various approaches (maceration, cryomaceration, keeping the mash under carbon dioxide, etc.). Studies show that the amount and quality of anthocyanins differ in the grape skin, pulp, and seeds. Although heating the mash results in higher levels of anthocyanins in the juice, during wine formation, part of these anthocyanins is used for the wine's browning, which not only alters the color of the wine but also results in no significant difference in anthocyanin content compared to other variants. Therefore, using this method in the processing of natural red wines is not advisable. Based on the results, the higher amount of malvidin and

acylated anthocyanins in the wine after 1 week of cryomaceration compared to other variants, as well as its role in both organoleptic evaluation and the longevity of these wines, led us to conclude that this method is beneficial. For producing higher-quality wines, it is crucial to ensure that the amount of acylated anthocyanins and malvidin in the wine is high, as this will lead to better wine production.

Keywords: *Grapes, Mourvedre, variety, anthocyanin, wine, processing*

INTRODUCTION

In the 1980s, the area of vineyards in Azerbaijan exceeded 270,000 hectares, ranking 7th in the world by vineyard area. By the end of the 20th century, however, the vineyard area in Azerbaijan had decreased to 5000 hectares. Since the early 21st century, grape growing has been revived in Azerbaijan, with a particular focus on European grape varieties [29-48].Currently, around 17,000 hectares of vineyards have been planted in Azerbaijan. The characteristics of the European grape varieties planted in the country and the alcoholic and non-alcoholic beverages made from them have been studied mainly since 2008 [13].

One of the European grape varieties planted in Absheron is the Murvedr variety, which has been grown for 12 years. In this study, we aimed to investigate the anthocyanin content in wines produced from this variety and the effect of different processing methods on their quantity.

Murvedr (*Fr. Mourvèdre*) is a late-ripening red technical grape variety from Spain, mainly grown along the Mediterranean coast of Spain, southeastern France, North America, southern Australia, South Africa, and, finally, Azerbaijan in the Absheron region at the Mərəndi factory. This variety has been known for over 500 years. By the end of the 16th century, it was being cultivated in France, and from 1860 onwards, it was also grown in California. It thrives particularly well in chalky soils but is susceptible to fungal diseases. In Spain, it is the second most widely grown variety. Synonyms include Murvedr Nuar, Murvedr Espar, Espar, Pino fleri, Morrastel, the Spanish *Monastrell*, Mataro, and the Italian *Tinta do Padre Antonio*. The period from bud formation to full ripeness lasts 127-157 days, with an active temperature sum of 2650-3100°C. The vines grow strongly, and the leaves are medium-sized, circular, or elongated, with slightly curled edges, whole or weakly divided, three-lobed, rugose, and covered with dense hairs on the underside. The petiole is open, and the base is rounded or slightly pointed, sometimes with an egg-shaped closed cavity. The flowers are bisexual. The variety has a high drought tolerance. The clusters are medium-sized, cone-shaped, or cylindrical-conic, with the upper part well-developed and compact. The grapes are medium-sized, round or slightly oval, dark blue, and covered with a thick waxy layer. The skin is thick and quite firm. The pulp is juicy and dissolves in the mouth. The ripening of the shoots is good. In dry soils, the yield is 6-7 tons per hectare, and in irrigated soils, it is 12-20 tons per hectare. The wines have high tannin content, and their quality improves with aging [7].

Anthocyanins are the colorants in red natural wines and are mono- and diglucosides in pyran and acyl forms, including delphinidin, petunidin, cyanidin, malvidin, and peonidin [3-6]. The glucosides of malvidin and peonidin play a key role in the inactivation of many microorganisms, primarily yeasts and molds [7, 8]. Compared to white wines, red natural wines are more biologically stable, largely due to the presence of anthocyanins. The quality and quantity of anthocyanins in red wines are influenced by various factors, with the grape variety and

processing technology being the most significant [9-12]. This is why specialists are always interested in these aspects.

It has been established that during the storage of red wines, the total phenolic compounds undergo only minor changes, whereas anthocyanins experience more significant changes, which is why the color of the wine changes [13,14,15]. The duration of cold maceration plays a crucial role in determining the chemical stability of phenolic compounds in the wine and their relative proportions [16,17]. Although some sources distinguish between fermentation in a cold environment and post-fermentation cryomaceration, the effects are similar.

One of the main problems with anthocyanins is their instability and color changes depending on pH [18-23]. Anthocyanins in the pyran form are more stable to pH changes, sulfur dioxide, and ascorbic acid [24-26].

The purpose of this study is to examine the amounts of pyran and acylated anthocyanins in red natural wines made from the Murvedr grape variety in Absheron, using various processing technologies.

Methods

The research object consisted of natural grape wine obtained from the fermentation of grapes harvested from the Murvedr vineyards planted by "Mərəndi" LLC on the Absheron Peninsula.

High-efficiency liquid chromatography (HPLC) was used as the research method, with malvidin monoglucoside standard samples being utilized for peak identification.

The separation and quantification of individual anthocyanins in red and rosé wines were determined based on BŞT conclusions and established normative indicators [27].

The analyses were conducted using a chromatograph (Knauer, Germany) in gradient mode, with an ultraviolet detector, based on Clarity Chrom software from the Czech Republic. Additionally, the Shimadzu LC-MS-2020 chromatograph-mass spectrometer and reverse-phase gas-liquid chromatography from Japan were employed. The total amount of colorants was analyzed using pH differential spectrophotometric methods [28].

Our research was conducted at "Mərəndi" LLC in Absheron. Recently, a 117-hectare vineyard has been established in Absheron, surrounded by a mud volcano on one side, a salt lake on the other, and the Caspian Sea on the third. The vineyard is planted with 5,200 vines per hectare, with 5.0 hectares planted with the Murvedr grape variety.

Absheron is one of the driest regions of Azerbaijan, with a semi-desert climate. Due to the low amount of precipitation, irrigation systems are used for cultivation. The annual temperature is 15°C, with humidity reaching 70-80%. The soil is mainly gray-brown, with a low humus content [1,2]. For this reason, the average yield of grapes per hectare in Absheron for the Murvedr variety is approximately 5,000 kg.

Results and discussion

The results obtained indicate that the method of wine production has an impact on the composition and concentration of anthocyanins. Specifically, the results show that the highest amount of malvidin glucoside (151 mg/dm³) was obtained in the wine material that was chilled to +20°C and kept under this temperature for one day before fermentation. On the other hand, in the wine material that was kept in a carbon dioxide environment at room temperature for one day before fermentation, Piran-form anthocyanins increased significantly.

One of the main goals in the initial processing of grapes is to extract as much juice as possible, and this is influenced by factors such as grape variety, weather conditions during harvest, and other factors. The quality of the obtained wine is also affected by the degree of ripeness, the fermentation process, the use of enzyme preparations, yeast nutrition, and so on. In wine production technology, the characteristic color, the high amount of extractive substances, and the compliance of organoleptic evaluations with normative indicators are key goals.

Studies show that anthocyanins in the grape skin, pulp, and seeds differ both quantitatively and qualitatively. The organoleptic evaluation involved seven wine technologists. The wines were presented at the appropriate temperature and in glasses, following organoleptic tasting rules. The anthocyanin composition by percentage in the wine materials made from Mourvedre grape variety was determined (Figure 1). (Table 1).



Figure 1. Mourvedre grape variety

Table 1. Anthocyanin content (%) in wine materials made from Mourvèdre grape variety

Anthocyanins	Amount
delphinidin	5±1
cyanidin	1±0,2
petunidin	7,2± 2
peonidin	3,3 ± 1
malvidin	53 ± 5
pyranformans	4 ± 1,
acylized	22 ± 5

The experiments were conducted in the following variants:

1. Fermentation at room temperature (22-24°C)
2. Fermentation at a slightly higher temperature (45-50°C) followed by cooling and fermentation at the temperature from variant 1

3. Carbon dioxide fermentation at room temperature
4. Cryomaceration for 1 week followed by fermentation

The results obtained are shown in the following table (Table 2)

Table 2.

Row №	Monoglucosides					pyranformans anthocyanins	acylized anthocyanins
	delphinidin	cyanidin	petunidin	peonidin	malvidin		
1.	7,2	0,65	15,0	3,4	110,5	20,0	68,8
2.	7,3	0,59	16,0	3,5	112,5	24,0	70,4
3.	5,2	0, 7	14,0	3,2	118,5	34,0	52,0
4.	9,1	0,71	14,9	3,9	145,2	28,0	76,7

In the second variant, the mash heated to 40-45°C before fermentation, although it initially attracted attention due to its more intense color, did not show high values after the wine was produced. This indicates the relationship between the heat effect on the mash, which causes the sugar to convert to furfural, and the breakdown of anthocyanins. This is explained by the formation of a gray color due to the condensation of anthocyanins with aldopentose and also with hydroxymethylfurfural.

The highest concentration of monoglucoside was found in malvidin in the wine sample subjected to cryomaceration for 1 day before fermentation. In this sample, the amounts of peonidin, delphinidin, and cyanidin were higher compared to other variants, while the amount of peonidin was lower. This shows that anthocyanins are more stable at low temperatures and during fermentation. Based on the four variants, the average amount of malvidin is 115 mg/dm³.

During organoleptic evaluation, the intensity of the color, as well as the aroma and taste being softer and more refined, was most noticeable in the fourth sample.

Conclusion

1. Although heating the mash results in higher anthocyanin content in the juice, during wine production, some of these anthocyanins are used for the browning of the wine, which not only alters the wine's color but also does not lead to a noticeable difference in the anthocyanin content compared to other variants. Therefore, it is not advisable to use this method in the production of natural red wines.
2. The higher amounts of malvidin and acylated anthocyanins in the variant with one week of cryomaceration compared to other variants led us to conclude that this method plays a role in both the organoleptic evaluation and the longevity of the wines.
3. To produce better-quality wines, it is essential to increase the content of acylated anthocyanins and malvidin in the wines, which will result in higher-quality wine production.

References

[1] Məmmədov Q., Yusifov E., Xəlilov M., Kərimov V. Azərbaycan: Ekoturizm potensialı. Bakı: 2012, I hissə. 359 s.
[2] Шыхлинский Э.М. Климат Азербайджана. Баку: АН Азерб. ССР, 1968, 325 с.
[3] Микайилов В.Ш., Фаталиев Х.К., Гейдаров Е.Е. «Усовершенствованная установка для получения экстрактивных виноматериалов» Тезисы докладов VIII Международной научно-технической конференции «техника и технология пищевых производств» 27-28 апреля 2011 г.,Могилев, (в двух частях) часть1, Стр.120
[4] Микайилов В.Ш., Фаталиев Х.К. «Состояние и перспективы развития виноделия Азербайджана.» «Магарач», Ж., Виноградарство и виноделие №1, 2011, стр. 35-36
[5] Mikayılov V.Ş. "Qida məhsullarının dequstasiyası" Azərbaycan, "Kooperasiya" nəşriyyatı 2012, 384 səh.
[6] Nəbiyev Ə.Ə. "Şərabın kimyası.- Bakı, Elm, -2010.- 470 s.
[7] Səlimov V.S., Şükürov A.S., Nəsibov H.N., Hüseynov M.Ə., Üzüm: innovativ becərilmə texnologiyası, mühafizəsi və aqroekologiyası. Bakı: «Müəllim» nəşriyyatı, 2018, 632 s.
[8] Baghirzade, A., Omarov, Y., Haciyeva, A., Gurbanova, S., Gasimova, A., Ismayilov, M., Nabiyev, A. (2023). Improvement of the production technology of tokay wines on the basis of revealing the effect of enzyme activity on the quality of grape variety. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (11 (122)), 49–62. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.27625
[9] Radovanovic A., Jovančićević B., Arsic B., Bukarica L. Application of non-supervised pattern recognition techniques to classify Cabernet Sauvignon wines from the Balkan region based on individual phenolic compounds // Journal of Food Composition and Analysis. 2016. V. 49. P.42-48. DOI:10.1016/j.jfca.2016.04.001
[10] Касумова А.А. Получение биологически активных добавок из вторичного сырья винодельческой промышленности. Химия растительного сырья. 2024. No 2, С. 385–393. DOI: 10.14258/jcprm.20240213470
[11] Palade L. M., Popa M. E. Polyphenol Fingerprinting Approaches in Wine Traceability and Authenticity: Assessment and Implications of Red Wines // Beverages. 2018. V. 4 (4). p. 75.
[12] Donno D., Boggia R., Zunin P., Cerutti A.K., Guido M., Mellano M.G., Prgomet Z., Beccaro G.L. Phytochemical fingerprint and chemometrics for natural food preparation pattern recognition: an innovative technique in food supplement quality control // J. Food Sci. Tech nol. 2016. 53. P. 1071-1083.
[13] Омаров, Я.А., Набиев, А.А., Багирзаде, А.С. Сравнительное исследование качественных показателей сортов винограда, используемых в производстве вин токайского типа.– Москва: Пиво и напитки,- 2023. №1- с. 30-34.
[14] Mikayılov V.Ş., Fərzəliyev E.B. "Qida məhsullarının ümumi texnologiyası" Kooperasiya nəşriyyatı 2018, səh.832
[15] Pavloušek P., Kumšta M. Authentication of riesling wines from the Czech Republic on the basis of the non-flavonoid phenolic compounds // Czech J. Food Sci. 2013. 31. P. 474-482.
[16] Bertacchini L. Cocchi M., Li Vigni M., Marchetti A., Salvatore E., Sighinolfi S., Silvestri M., Durante C. The Impact of Chemometrics on Food Traceability // In Chemometrics in Food Chemistry. Marini, F., Ed.; Elsevier: San Diego, CA, USA. 2013. Vol. 28. P. 371-410.
[17] Flamini R., Mattivi F., De Rosso M., Arapitsas P., Bavaresco L. Advanced knowledge of three important classes of grape phenolics: Anthocyanins, stilbenes and flavonols // Int. J. Mol. Sci. 2013. V.14. P. 19651–19669.

[18] Aleixandre-Tudo J.L., Toit W. Evolution of phenolic composition during barrel and bottle aging // South African Journal of Enology and Viticulture. 2020. V. 41. № 2. DOI:10.21548/41-2-4128.
[19] Mikayılov V.Ş. "Üzüm məhsullarının emal texnologiyası" Kooperasiya nəşriyyatı 2018, s.241
[20] Casassa L. F., Harbertson J. Extraction, Evolution, and Sensory Impact of Phenolic Compounds During Red Wine Maceration // Annual Review of Food Science and Technology. 2014. V. 5. №1. DOI:10.1146/annurev-food-030713-092438
[21] Nəbiyev, Ə.Ə., Orucov V.M., Süfrə üzümü sortlarında flavanoidlərin, fenolkarbon turşularının, stilbenlərin və prosianidinlərin öyrənilməsi / AMEA-nın xəbərləri (biologiya və tibb elmləri üzrə), cild 68, №1, 2013, Bakı, səh.30-34
[22] Gonzalez-Neves G., Favre G., Gil G., Ferrer M., Charamelo D. Effect of cold prefermentative maceration on the color and composition of young red wines cv. Tannat // J. Food Sci. Technol. 2015. V. 52. P. 3449–3457.
[23] Шринивасан Дамодаран, Кирк Л.Паркин, Оуэн З.Фениема «Химия пищевых продуктов»Санкт-Петербург, издательство Профессия, 2012 стр.1040
[24] Sigurdson G.T., Tang P., Giusti M.M. Natural colorants: food colorants from natural sources // Annu. Rev. Food Sci. Technol. 2017. V.8 P. 261–280. https://doi.org/10.1146/annurev-food-030216-025923
[25] Martins N, Roriz CL, Morales P. et al. Food colorants: challenges, opportunities and current desires of agro-industries to ensure consumer expectations and regulatory practices // Trends Food Sci. Technol. 2016. V.52. P.1-15.
[26] Teixeira A., Eiras-Dias J., Castellarin S.D., Gerós H. Berry phenolics of grapevine under challenging environments // Int. J. Mol. Sci. 2013. V. 14. P. 18711-18739.
[27] Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis. 2013. V. 2. OIV-MA-AS315-11: R2007 HPLC-Determination of nine major anthocyanins in red and rosé wine.
[28] ГОСТ 32709-2014. Продукция соковая. Методы определения антоцианов. Стандартинформ, М. 2014.
[29] Fətəliyev H.K. "Şərabın texnologiyası. Bakı, Elm, 2011, 596 səh.
[30] Fətəliyev H.K. Şərabın mikrobiologiyası. Bakı, Elm, 2016,
[31] Fətəliyev H.K., Məmmədova A.R., Fətəliyeva Ş.H. Şərab turizmi. Bakı, Elm, 2021, 280 s.
[32] Fətəliyev H.K. Şərabçılıqdan praktikum. Bakı, Elm, 2013, 328 səh.
[33] Фаталиев Х.К., Микаилов В.Ш.Усовершенствованная установка для осветления виноматериалов и соков. Ж. Виноградарство и виноделие в Молдаве. №3, 2008, стр.27
[34] Фаталиев Х.К., Микаилов В.Ш., Исмаилов М.Т., Фарзалиев Э.Б. Применение вибромацерации при получении виноматериалов. Тезисы докладов VIII Международной научно-технической конференции «Техника и технология пищевых производств», 27-28 апреля 2011 г., республика Беларусь, Могилев, часть 1, стр.119-120
[35] Фаталиев Х.К., Гейдаров Э.Э., Микаилов В.Ш.Усовершенствование установка для получения виноматериалов. Тезисы докладов VIII Международной научно-технической конференции «Техника и технология пищевых производств», 27-28 апреля 2011 г., республика Беларусь, Могилев, часть 1, стр.120
[36] Фаталиев Х.К., Багиров З.С., Микаилов В.Ш. Совершенствование способа осветления виноматериалов. Международная научно-практическая конференция «Современные технологии и прикладной дизайн». Сборник трудов, Грузия, Кутаиси, 2011, стр.114-115

[37] Fətəliyev H.K., Heydərov E.E. Yeni qurğu və onun iqtisadi səmərəsinin hesabatı. AzMEA Gəncə Regional Elmi Mərkəz «Xəbərlər məcmuəsi», №43, 2011, səh.66-71
[38] Фаталиев Х.К., Микаилов В.Ш. Комплексное использование вторичных материальных ресурсов при переработки плодов и ягод. Материалы V Всеукраинской научно-практической конференции молодых ученых, 2011, стр. 165-166
[39] Фаталиев Х.К., Микаилов В.Ш. Виноградарство: текущая ситуация, проблемы и приоритети. Азербайджанская газета. №63 (5753), 20 март 2011, стр.14
[40] Fətəliyev H.K., Mikayılov V.Ş. Tünd alkoqollu içkilər. Dərs vəsaiti. Bakı, Elm, 2007, 172 səh.
[41] Фаталиев Х.К., Тагиев А.Т., Балогланова К.В., Аскерова А.Н. Исследование фенольных соединений в яблочном соке. Виноделие и виноградарство, №2, Москва, 2020, с.19-23
[42] Фаталиев Х.К., Микаилов В.Ш. Усовершенствование шнекого пресса для получения сока из плодов айвы. «Магарач» Ж.. Виноградарство и виноделие., №12, 2010, стр.31-32
[43] H.Fataliyev; A.Malikov; Y.Lazgiyev; N.Gadimova; T.Musayev; G.Aliyeva. Identifying of the wine-making potential of the autochthon Madrasa grape variety of different colors and quality. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies ISSN 1729-3774. Technology and Equipment of Food Production: food technology. 2/11 (128) 2024. 56-63. https://journals.uran.ua/eejet/article/view/302971
[44] Fataliyev H.K., Qadimova N.S., Haydarov E.E., Lazgiyev Y.N., İsganderova S. Development of a model and optimization of the interaction of factors in the grain malting process and its application in the production of functional beverages. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5 (11 (125)), 43–56. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.289421
[45] Fataliyev H.; Malikov A.; Lazgiyev Y.; Haydarov E.; Agayeva S.; Baloghlanova K.; Fataliyeva Sh.; Mammadova N. Effect of maceration regime on phenolic compound şüantity and color quality of Madrasa wine samples. Food Science and Technology, 2023-12-22 | Статья в научном журнале. P.34-41. DOI: 10.15673/fst.v17i4.2784 https://journals.ontu. edu.ua/index.php/foodtech/article/view/2784
[47] Fataliyev H.K., Qadimova N.S., Allahverdiyeva Z.C., Musayev T.M., Akhundova Nazilya, Babashli Aynur. Obtaining and investigation of the chemical composition of powdered malt and polymalt extracts for application in the production of nonalcoholic functional beverages. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies ISSN 1729-3774, 5/11 (119) 2022, p. 66-74. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.265762
[2] Фаталиев Х.К., Алиева Г.С. Исследование факторов, влияющих на развитие и специализацию виноделия в Азербайджане. Ж. Виноделие и виноградарство. М., 2014, №1, стр. 9-12
[48] Фаталиев Х.К. Виноградарство и виноделие Азербайджана: состояние и перспективы развития. Виноделие и виноградарство, М., 2005, №2, стр. 12-13

ABŞERONDA YETİŞDİRİLƏN MURVEDR ÜZÜM SOTUNUN EMAL ÜSULLARININ ALINACAQ ŞƏRABDA ANTOSİANLARIN MİQDARINA TƏSİRİ

Vüqar Mikaylov[1], Könül Baloğlanova[2], Təranə Ağayeva[3]
Vüsalə Süleymanova[4], Aynur Ərəbzadə[5], Gülnar Şirinova[6]
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti "Kimya texnologiya fakültəsi"
[1] Texnika elmləri doktoru, Professor, http://orcid.org/0009-0000-92832952, vuqar.mikayilov@asoiu.edu.az
[2] Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, http://orcid.org/0009-0008-6902-4293, konul.baloglanova@ asoiu.edu.az
[3] Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, http://orcid.org/0000-0000-0000-0000, terane.agayeva.s@ asoiu.edu.az
[4] Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, http://orcid.org/0009-0005-9189-9588, suleymanovavusale@ asoiu.edu.az
[5] Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent, http://orcid.org/0009-0009-3531-8688, aynur.arabzade@asoiu.edu.az
[6] Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, http://orcid.org/0009-0008-5128-605X, shirinova@ asoiu.edu.az

XÜLASƏ
Abşeronda yetişdirilən Murvedr üzüm sortunun emal üsullarının alınacaq şərabda antosianların miqdarına təsiri öyrənilmişdir. Tədqiqat obyekti olaraq Abşeron yarımadasında "Mərəndi" MMC-də salınmış Murvedr üzüm bağlarından yığılmış üzümlərin fermentasiyası nəticəsində alınmış təbii üzüm şərabından istifadə edilmişdir. Abşeronda Murvedr üzüm sortundan hər hektardan alınan üzümün miqdarı orta hesabla 5000 kq olmuşdur. Üzümün ilkin emalında əsas məqsədlərdən biri daha çox şirə alınmasıdır ki, buna da üzümün sortu, yığılma zamanı hava şəraiti və digər amillər təsir edir. Alınan şərabın keyfiyyətinə yetişkənlik dərəcəsi, fermentasiya prosesi, tətbiq olunan ferment pereparatları, mayaların yemləndirilməsi və s. təsir göstərir. Şərab istehsalı texnologiyasında xarakterik rəngin alınması, ekstraktiv maddələrin miqdarının yüksək olması, orqanoleptik qiymətləndirmənin normativ göstəricilərə uyğun olmasıdır. Tədqiqat metodu kimi yüksəkeffektli maye xramotoqrafiya, piklərin identifikasiyası üçün malvidin monoqlükozidin standart nümunələri götürülmüşdür. Təbii rəngləyici olan antosianlar üzümün qabığından əsasən fermentasiya prosesində keçir. Antosianlar şərabın rəngini formalaşdırmaqla yanaşı, antioksidant xüsusiyyətlərə də malikdir. Bunlar üzüm və şərabda malvidin, sianidin, peonidin, petunudin, pelarqonidin və delfinidin olan 6 əsasa qlikonların qlükozidləridir. Ümumiyyətlə antosianlar qırmızı şərablarda əsasən piran və asil şəkilli mono və diqlikozidlərdən ibarətdir. Qırmızı şərablarda antosianların keyfiyyət və kəmiyyəti bir sıra faktorla müəyyən edilir ki, onlardan biri də üzümün sortudur. Antosianların tərkibinə emal texnologiyası və müxtəlif yanaşma metodları (maserasiya, kriomaserasiya, karbon qazının təsiri altında əzintidə saxlanılma və s.) təsir göstərə bilir. Tədqiqatlar göstərir ki, üzümün qabığında, lətində və tumunda antosianlar həm miqdarca, həm də keyfiyyətcə fərqlidirlər. Əzintidə qızdırmaqla şirədə daha yüksək antosianların olmasına baxmayaraq şərab əmələ gəldiyi zamanı bunların bir hissəsi şərabın müəyyən qədər bozarmasına sərf olunaraq həm şərabın rəngini pozmuş, həm də digər variantlardan antosian miqdarına görə çoxluğu ilə fərqlənməmişdir. Məhz buna görə təbii qırmızı şərabların emalında bu üsuldan istifadə etmək məqsədəuyğun deyil. 1 həftə kriomaserasiya sayəsində malvidin və asilləşmiş antosianların miqdarının digər variantlara nisbətən yüksək olması həm orqanoleptik qiymətləndirmədə, həm də bu şərabların uzunömürlülüyündə rolu olması qənaətinə gəlməyimizə səbəb olmuşdur. Şərabları daha çox yetişdirmək üçün onların tərkibində asilləşmiş antosianların və malvidinin miqdarının yüksək olması əsas şərt kimi götürülməsi daha keyfiyyətli şərab istehsalına səbəb olacaqdır.
Açar sözlər: Üzüm, Murvedr, sort, antosian, şərab, işlənməsi

АНТОЦИАНЫ В ВИНЕ, ПОЛУЧЕННОМ МЕТОДАМИ ПЕРЕРАБОТКИ ВИНОГРАДА ПЕРЕРАБОТКИ ВИНОГРАДА МУРВЕДРА, ВЫРАШЕННОГО В АДЕРОНЕ ВЛИЯНИЕ НА КОЛИЧЕСТВО

Вугар Микаиолов[1], Кенул Баолгланова[2] Тарана Агаева[3],
Вусала Сулейманова[4], Айнур Арабзаде[5], Гульнар Ширинова[6]
Отдел Химические технологии, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку
[1] Доктор технических наук, профессор, http://orcid.org/0009-0000-92832952, vugar.mikayilov@asoiu.edu.az
[2] Кандидат технических наук, http://orcid.org/0009-0008-6902-4293, konul.baloglanova@ asoiu.edu.az
[3] Кандидат биологических наук, http://orcid.org/0000-0000-0000-0000, terane.agayeva.s@ asoiu.edu.az
[4] Кандидат биологических наук, http://orcid.org/0009-0005-9189-9588, suleymanovavusale@ asoiu.edu.az
[5] Кандидат биологических наук, доцент, http://orcid.org/0009-0009-3531-8688, aynur.arabzade@asoiu.edu.az
[6] Кандидат биологических наук, http://orcid.org/0009-0008-5128-605X, shirinova@ asoiu.edu.az

РЕЗЮМЕ

В Абшероне было изучено влияние методов обработки винограда сорта Мурведр на количество антоцианов в получаемом вине. Объектом исследования стали виноградники сорта Мурведр, расположенные на Абшеронском полуострове, и виноград, собранный с них, который был использован для ферментации и производства натурального виноградного вина на винодельческом заводе «Мәрәнди». В Абшероне с каждого гектара виноградников сорта Мурведр в среднем получают 5000 кг винограда. Одной из основных целей при первичной обработке винограда является максимальное получение сока, на что влияют сорт винограда, погодные условия на момент сбора и другие факторы. На качество получаемого вина влияют такие параметры, как степень зрелости винограда, процесс ферментации, применяемые ферментные препараты, питание дрожжей и т.д. В технологии производства вина важными аспектами являются получение характерного цвета, высокий уровень экстрактивных веществ и соответствие органолептических показателей нормативным стандартам. Метод исследования включал использование высокоэффективной жидкостной хроматографии, а для идентификации пиков были использованы стандартные образцы моно-гликозида малвидина. Натуральные красители, такие как антоцианы, в основном переходят из кожуры винограда в процессе ферментации. Антоцианы, помимо того, что формируют цвет вина, также обладают антиоксидантными свойствами. В винограде и вине можно обнаружить 6 основных гликозидов антоцианов: малвидин, цианидин, пионидин, петунидин, пеларгонин и дельфинидин. В красных винах антоцианы в основном представлены моно- и дигликозидами с пироновой и ацильной структурой. Качество и количество антоцианов в красных винах определяются рядом факторов, одним из которых является сорт винограда. На состав антоцианов влияют методы обработки, такие как мацерация, криомацерация, хранение мезги под воздействием углекислого газа и другие подходы. Исследования показывают, что антоцианы в кожуре, мякоти и косточках винограда различаются как по количеству, так и по качеству. Хотя при измельчении с нагреванием в соке содержание антоцианов выше, при производстве вина часть из них расходуется на потемнение вина, что нарушает его цвет и не приводит к значительному увеличению их количества по сравнению с другими вариантами. Поэтому использование этого метода в производстве натуральных красных вин не является целесообразным. Благодаря криомасерации в течение одной недели количество малвидина и ацетилированных антоцианов было выше по сравнению с другими вариантами, что сыграло роль как в органолептической оценке, так и в долговечности этих вин. Для более качественного производства вин следует ориентироваться на высокое содержание ацетилированных антоцианов и малвидина в составе винограда.

Ключевые слова: *Виноград, мурведр, сорт, антоциан, вино, переработка*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0752

STUDY OF THE EFFECT OF RADIATION AND SALT STRESSES ON THE ENZYME OXALOACETATE DECARBOXYLASE IN KIDNEY BEAN LEAVES

Narmin Gulieva[1], Fariz Amirli[2], Guljannat Mammadova[3]

[1]Institute of Radiation Problems of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, PhD in Biology, narmin.guliyeva@asoiu.edu.az
https://orcid.org/0009-0006-1241-4819
[2]Azerbaijan State Oil and Industry University, Professor
https://orcid.org/0000-0002-9095-2982
[3]Azerbaijan State Oil and Industry University, laboratory assistant PhD student, https://orcid.org/0000-0001-9958-7232

ABSTRACT

The activity of the enzyme oxaloacetate decarboxylase (OAD) in the leaves of common bean (Phaseolus vulgaris L.) was studied under the influence of radiation and salt stress at various doses and concentrations. The experiment was conducted in two stages. In the first stage, dry seeds of the common bean were treated with gamma radiation from a Co-60 source. In the second stage, the seeds were grown under salt stress conditions. In the following stages, the plants were transferred to vegetation pots and germinated under hydroponic conditions. It was found that the activity of the enzyme OAD-ase was higher under salt (NaCl) stress compared to radiation stress. As a key enzyme in pyruvate biosynthesis, OAD-ase showed higher activity during the early days of growth under radiation stress; however, this activity gradually decreased over time under stress conditions. In plants developing under salt stress, adaptive processes occurred gradually, making them more tolerant to the stress environment. Under both stress conditions, OAD-ase plays a crucial role in maintaining the plant's energy balance.

Keywords: Phaseolus vulgaris L., OAD-ase, radiation, NaCl, stress, adaptation

INTRODUCTION

Abiotic stress factors reduce the productivity of cultivated plants by approximately 30–35% [10]. The salinization of about 20% of the Earth's arable land [3], combined with the continuous growth of the world population [5], underscores the importance of selecting and creating new stress-tolerant and high-yielding crop varieties through breeding, as a crucial step toward solving the global food problem. The fact that plant stress resistance and productivity depend on the activity level of enzymatic systems involved in energy metabolism makes this issue even more relevant [9].

To maintain physiological stability, components of the energy system localized in the mitochondria, chloroplasts, and cytosol of higher plant leaf cells act in a coordinated manner within metabolism. From this perspective, complex biochemical processes such as photosynthesis, glycolysis, and respiration, which are integral parts of the energy system, play a significant role in plants' adaptation to stress at the functional and energetic levels.

The metabolism of pyruvate, one of the end products of photosynthesis in plants, is highly versatile. In living organisms, pyruvate is synthesized from carbohydrates, lipids, proteins, and organic acids such as malate and oxaloacetate (OA). Pyruvate also participates in numerous biochemical transformations—serving as a precursor in the synthesis of OA, lactate, alanine, ethanol, malate, glucose, and other compounds—thus contributing to energy production processes [8]. By entering the Krebs cycle, pyruvate continues its metabolism under aerobic conditions. In this reaction, it is converted into OA, an intermediate of the Krebs cycle, which in turn is used in gluconeogenesis for the resynthesis of glucose [8]. He and Hou demonstrated in their research that a large portion of OA transported into the chloroplast undergoes decarboxylation via the catalytic action of OAD to synthesize pyruvate [7]. It has been established that enzymes involved in pyruvate metabolism—such as OAD, NAD-malate dehydrogenase, NADP-malate dehydrogenase, carbonic anhydrase, and others—help maintain homeostasis by creating a stable biochemical environment. As intermediates of the Krebs cycle, malate and OA can be considered direct sources of pyruvate utilized in chloroplasts [1].Considering the multifaceted role of pyruvate in physiological and biochemical processes, the comparative study of the regulation of OAD enzyme activity, which is involved in its biosynthesis, under radiation and salt stress conditions, holds great scientific and practical significance.

OBJECTIVE

The aim of this study is to obtain plant varieties that can grow and yield under stress conditions (radiation and salt), and to select plants with beneficial traits through breeding. For this purpose, plants grown under the influence of radiation and salt stress were studied separately.

RESEARCH

To achieve the stated objective, dry seeds of the common bean (*Phaseolus vulgaris L.*) were used. The seeds were irradiated at different doses (1, 5, 10, 50, 100, and 200 Gy) and disinfected in a 3% hydrogen peroxide solution for 15 minutes. After disinfection, the seeds were rinsed 2–3 times with distilled water. They were then placed in Petri dishes lined with filter paper, moistened, and germinated in a thermostat under dark conditions.



Figure A



Figure B

Figure 1. A – Radiation stress
B – Salt (NaCl) stress

Seedlings obtained from irradiated seeds were transferred to hydroponic conditions using regular water. Seedlings from non-irradiated seeds were transferred to 400 ml vegetation containers containing 1, 5, 10, 50, and 100 mM NaCl solutions. The plants were placed in a controlled climate chamber with a temperature of 25–28ºC, a 14-hour photoperiod, and 60–70%

humidity. Samples were taken every 5 days. The experiments were conducted on plants at 5, 10, and 15 days of growth.

To measure enzyme activity, leaves from 5-, 10-, and 15-day-old plants were washed with distilled water and dried using filter paper. For each gram of leaf tissue, 10 ml of an extraction buffer (pH 7.8, 20 mM Tris-HCl) containing 10 mM NaCl, 1 mM EDTA-Na, 1 mM Na-ascorbate, 0.4 M sucrose, and 0.1% polyethylene glycol (PEG) was added. Homogenization was carried out at +4ºC using a Polytron disintegrator. The resulting homogenate was filtered through four layers of gauze, and the filtrate was centrifuged—first at 300 rpm for 5 minutes, then at 5000 rpm for 10 minutes—to remove residual tissue particles. The supernatant was used for biochemical analysis.

OAD activity was determined spectrophotometrically (Ultrospec 3300 pro, USA) [4]. The activity of OAD was measured based on changes in NADH concentration at 340 nm. During the decarboxylation of oxaloacetate (OA) and the subsequent conversion of pyruvate to lactate, NADH levels decrease.

RESULTS

The reduction in plant development is linked to the balance between photosynthesis and respiration under stress factors [6]. In the plant kingdom, leaves play a critical role in energy production and storage through carbon assimilation. They adapt their function according to changes in external conditions.

Researchers have shown that pyruvate transported into chloroplasts via diffusion can contribute up to 4–5% of total lipid synthesis [11]. Approximately 95% of pyruvate used in lipid biosynthesis is synthesized from OA through the catalytic action of the OAD enzyme in the chloroplast [2].

Many enzymes participate in pyruvate biosynthesis. Considering its high biological importance, studying the activity of OAD—an enzyme that catalyzes the decarboxylation of OA to produce pyruvate—is of great scientific significance.

In enzymology, determining optimal conditions is the first step in measuring enzyme activity. Therefore, we investigated how the activity of the studied enzymes depends on the plant's age, the daily cycle, substrate concentration, ambient temperature, and reaction medium pH. Identifying the optimal parameters that yield the highest activity for each enzyme enabled us to accurately determine the appropriate timing and conditions for our experiments.

As seen in the figure, OAD-ase exhibits optimal activity when the reaction medium has a pH of 7.0–7.2 (Figure A), the temperature is between 35–45°C (Figure B), during midday hours (approximately between 14:00–16:00) (Figure C), and at the flowering stage of plant development (Figure D).

Figures 3 and 5 reflect the results we obtained regarding the study of OAD activity.

The results show that within the first 5 days of plant development, the OAD enzyme activity is not significantly affected by radiation doses ranging from 1 Gy, 5 Gy, 10 Gy, 50 Gy, to 100 Gy. However, at a radiation dose of 200 Gy, a slight increase in enzyme activity was observed. In all selected radiation doses, during the first 5 days of plant development, OAD enzyme activity remained at a high level and did not differ significantly from the control samples.

In later stages of the experiment, it became clear that at the 10-day seedling stage, the enzyme activity strongly depends on both time and radiation dose. More specifically, in control samples of 10-day-old seedlings, enzyme activity was approximately two times lower than in 5-

day-old seedlings. In seedlings grown from irradiated seeds, OAD enzyme activity was also significantly lower in 10-day-old plants compared to 5-day-old ones.

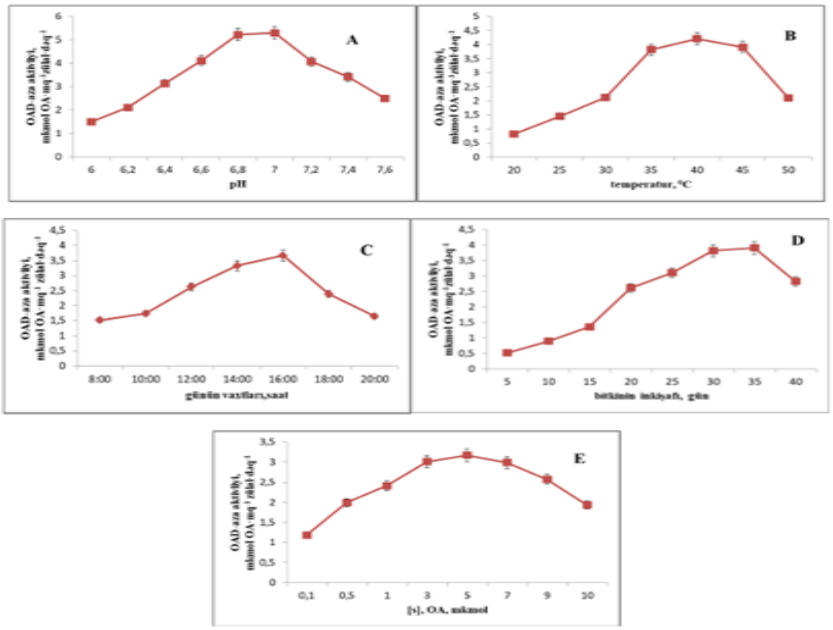


Figure 2. Dependence of OAD activity in bean leaves on the pH of the homogenization medium (A), temperature (B), time of day (C), plant developmental stage (D), and substrate concentration (E).

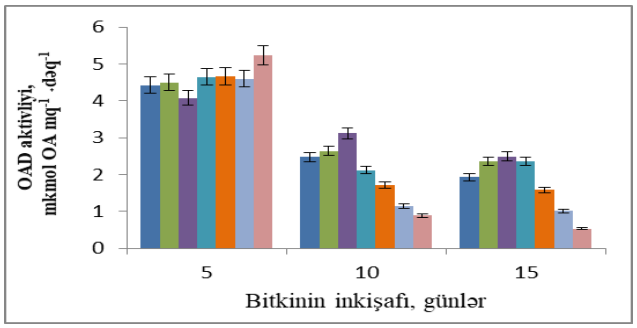


Figure 3. Time-dependent changes in OAD activity in bean leaves at various radiation doses.
K, 1 Qr, 5 Qr, 10 Qr, 50 Qr, 100 Qr, 200 Qr

However, when analyzing the dependence of OAD activity on radiation dose, a different pattern emerges. In the 1 Gy, 5 Gy, and 10 Gy range, increasing radiation doses resulted in a gradual increase in enzyme activity. The highest enzyme activity was observed at a radiation dose of 10 Gy. In contrast, increasing radiation doses to 50 Gy, 100 Gy, and 200 Gy led to a sharp decline in enzyme activity. At 200 Gy, the enzyme activity was approximately 2.5 times lower than that of the control. By the 15th day of plant development, the changes in enzyme activity were not significantly different from those observed on the 10th day.

As is known, the root is the first organ affected by salt stress, and the first physiological process influenced occurs in the ion pumps located in the membranes of root cells. These ion

pumps establish a physiological connection between root cells and the rhizosphere, allowing them to significantly affect physiological, biochemical, and other processes in other plant organs. Under these conditions, studying the coordinated functions of enzymes involved in pyruvate metabolism and H^+-pumps under stress conditions can be particularly important for understanding the mechanisms of plant stress adaptation.

Taking this into account, we considered it appropriate to investigate the time- and salt concentration-dependent dynamics of activity changes in some enzymes involved in energy metabolism and in H^+-pumps of the roots. The results on the time- and NaCl concentration-dependent changes in activity levels of catalase (CAT), NAD-malate dehydrogenase (NAD-MDH), oxaloacetate decarboxylase (OAD), pyruvate kinase (PK) in the leaves of bean plants, and H^+-pumps in root cells are presented in the table. [12]

Figure 4. The effect of different NaCl concentrations on the dynamic changes in the activity of KAT, NAD-MDH, PK, and OAD enzymes in bean plant leaves, and H^+-pumps in root cells.

NaCl, mM	MDA	H_2O_2	KAT	NAD-MDH	PK	OAD	C_H^+
5 günlük cücərtilər							
K	132.0±14.3	199.0	0.371±0.14	88.81±9.44	2.08±1.20	4.43±0.65	$0,14 \cdot 10^{-6}$
1	129.6±12.7	198.0	1.291±0.37	91.14±11.3	2.51±0.89	4.75±0.81	$0,4 \cdot 10^{-5}$
5	147.0±20.8	184.5	1.753±0.81	98.14±14.2	2.79±0.78	5.96±1.16	$0,71 \cdot 10^{-5}$
10	162.0±16.7	143.5	2.387±0.16	109.2±15.1	2.11±1.22	7.49±3.39	$0,76 \cdot 10^{-5}$
50	172.0±19.1	142.0	3.599±1.01	115.4±18.6	2.05±1.11	6.25±2.43	$0,86 \cdot 10^{-5}$
100	177.0±17.8	172.0	0.879±0.92	136.8±20.3	1.87±0.65	3.37±1.77	$0,43 \cdot 10^{-5}$
10 günlük cücərtilər							
K	130.0±10.3	200.0	0.383±0.07	98.63±14.7	1.81±0.99	2.48±0.92	$0,12 \cdot 10^{-5}$
1	132.0±9.82	190.0	1.781±0.28	99.63±15.1	1.99±0.87	4.23±1.18	$0,23 \cdot 10^{-4}$
5	134.0±8.78	172.8	2.620±1.08	117.6±21.7	2.62±0.11	4.90±1.15	$0,55 \cdot 10^{-4}$
10	146.0±8.98	132.5	2.580±0.98	127.1±20.2	2.48±0.39	6.12±1.47	$0,66 \cdot 10^{-4}$
50	151.0±9.76	102.3	4.720±1.76	141.0±23.0	2.45±0.76	5.60±2.41	$0,56 \cdot 10^{-4}$
100	139.8±12.9	163.5	1.230±0.11	154.5±19.8	2.51±1.31	3.58±1.23	$0,46 \cdot 10^{-4}$
15 günlük cücərtilər							
K	129.0±12.4	212.0	0.486±0.31	125.0±17.1	2.23±1.00	1.93±0.59	$0,24 \cdot 10^{-5}$
1	148.0±9.32	193.5	1.939±0.32	121.5±14.3	2.41±0.34	4.49±2.11	$0,62 \cdot 10^{-3}$
5	123.0±8.73	158.5	2.887±1.22	123.9±12.9	2.36±1.03	4.56±2.34	$0,65 \cdot 10^{-3}$
10	105.0±9.11	161.0	3.123±1.12	159.9±26.5	2.96±1.12	7.23±2.25	$0,79 \cdot 10^{-3}$
50	105.0±9.13	189.6	5.782±2.43	215.8±25.9	2.95±2.11	6.56±2.24	$0,89 \cdot 10^{-3}$
100	98.5±11.92	154.7	1.335±0.86	247.7±22.2	2.99±0.92	3.98±1.45	$0,78 \cdot 10^{-3}$

Qeyd: KAT - mkmol H_2O_2·mq^{-1}zülal·dəq^{-1}; NAD-MDH - mkmol OA·mq^{-1}zülal·dəq^{-1}; PK-aza - mkmol piruvat- mq^{-1}zülal·dəq^{-1}; OAD-aza - mkmol OA mq^{-1}zülal·dəq^{-1}; C_H^+ - mkekv/saat, MDA - mM/ml; H_2O_2-mkM/ml; K - kontrol

Note: KAT – μmol $H_2O_2 \cdot mg^{-1}$ protein$\cdot min^{-1}$,NAD-MDH – μmol OA$\cdot mg^{-1}$ protein$\cdot min^{-1}$,PK – μmol pyruvate$\cdot mg^{-1}$ protein$\cdot min^{-1}$, OAD – μmol OA$\cdot mg^{-1}$ protein$\cdot min^{-1}$, CH^+ – μkeq/hour,MDA – mM/ml,H_2O_2 – μM/ml, K – control

Figure 5 shows the dynamics of salt concentration-dependent changes in the activity of the OAD enzyme in chloroplasts of bean plant leaves.

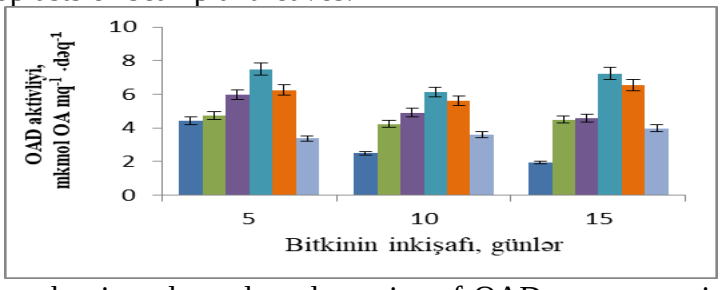


Figure 5. Presents the time-dependent dynamics of OAD enzyme activity in the chloroplasts of bean leaves under the influence of different NaCl concentrations.

-K, -1 mM, - 5 mM, -10 mM, -50 mM, -100 mM, -200 mM

From the figure, it is evident that in 5-, 10-, and 15-day-old seedlings, the OAD activity shows certain similarities in its dependence on salt concentration and the duration of stress exposure. An increase in salt concentration within the range of 1–10 mM leads to an increase in enzyme activity across all stages of plant development. However, at concentrations higher than 10 mM, increasing salt stress results in a decrease in enzyme activity.

When comparing the results obtained under the separate effects of salt and radiation stress, it becomes clear that OAD does not exhibit the same activity patterns. While radiation did not significantly affect OAD activity in the leaves of 5-day-old seedlings grown from irradiated seeds, NaCl started influencing enzyme activity from the early stages of development. Unlike radiation stress, salt stress (NaCl) at specific concentrations (5, 10, 50 mM) has a stimulating effect on OAD activity, which can be explained by the increased demand for pyruvate as a universal substrate in energy processes.

Based on these results, it can be concluded that the OAD enzyme, which catalyzes the decarboxylation of OA to synthesize pyruvate, may participate in regulating cellular energy metabolism and in the emergence of adaptive traits under radiation and salt stress conditions.

REFERENCES

1.Иванишев В.В. (1990) Об оксалоацетат декарбоксилазной активности хлоропластов из листьев С3-растений. Физиология растений. 37(6): 1065
2.Иванишев В.В. (1992) Выделение и некоторые свойства высокоочищенной оксалоацетат декарбоксилазы из хлоропластов листьев подсолнечника. Физиология растений. 39(4): 760-768
3.Кафи М. (2003) Содержание углеводов и пролина в листьях, корнях и апексах сортов пшеницы, устойчивых и чувствительных к засолению. М. Кафи, В. С. Стюарт, Л. М. Борланд. Физиология растений. 50(2): 174-182
4.Dimroth P., Thomer A. (1986) Kinetic analysis of the reaction mechanism of oxaloasetate decarboxylase from Klebsiella aerogenez. European Journal of Biochemistry. 156(1): 157
5.Dyson H.I.T. (1999) Population and food. Global trends and future prospects. European Journal of Population. 15: 203-204
6.Flexas J., Bota J., Galme´s J., et al. (2006) Keeping a positive carbon balance under adverse conditions: responses of photosynthesis and respiration to water stress. Physiologia Plantarum. 127: 343–352
7.He W., Hou H.J.M. (2014) Chemistry of Biomimetic mixed valence oxo manganese-based materials mimicking photosynthetic water splitting. Edited by Allakhverdiev S.I., Rubin A.B., Shuvalov V.A. Contemporary problems of Photosynthesis. Moscow. 1: 381-405
8.Lehninger A., Nelson D., Michael M. (2008) Principles of Biochemistry (5th ed.) / New York, NY: W.H. Freeman and Company. 528
9.Miflin B. (2000) Crop improvement in the 21st century. Journal of Exp. Botany. 51: 1-8
10.Peters E., Joseph S., Day S., Garety P. (2004) Measuring delusional ideation: the 21-item Delusions Inventory (PDI) / Schizophrenia Bulletin, 30: 1005–1022
11.Roughan H.G., Holland R., Slack C.R. (1979) Acetate in the preferred substrate for long-chainfatty acid synthesis in isolated Spinach chloroplasts. Biochem. J., 184(3): 565-569
12.Guliyeva, N.R. Comparative study of catalase, pyruvate kinase, oxaloacetate decarboxylase, NAD-malate dehydrogenase activities in leaves and activity of H+-pumps in roots bean plants

exposed to salt stress / E.S. Jafarov, H.G. Babayev // Advanced Studies in Biology, -2020c, 12(1), -p. 1-7

RADIASIYA VƏ DUZ STRESLƏRININ ADI LOBYA YARPAQLARINDA OKSALASETATDEKARBOKSILAZA FERMENTINƏ TƏSIRININ ÖYRƏNILMƏSI

Nərmin Quliyeva[1], Fariz Əmirli[2], Gülcənnət Məmmədova[3]
[1]AR ETN Radiasiya Problemləri İnstitutu[1] Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, narmin.guliyeva@asoiu.edu.az
https://orcid.org/0009-0006-1241-4819

[2] Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Professor https://orcid.org/0000-0002-9095-2982
[3]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, laborant, doktorant https://orcid.org/0000-0001-9958-7232

XÜLASƏ
Radiasiya və duz stresinin təsiri altında adi lobya yarpaqlarında (Phaselus vulgaris L.) oksalasetatdekarbiksilaza (OAD) fermentinin aktivliyi müxtəlif doza və qatılıqlarda öyrənilmişdir. Təcrübə iki mərhələdə aparılmışdır. Birinci mərhələ üçün adi lobya bitkisinin qurq toxumları Co 60 mənbəyində qamma şüalarla işlənmişdir. Ikinci mərhələ üçün isə adi lobya birkisinin toxumlarıduz stresi şəraitində inkişaf etdirilmişdir. Daha sonra təcrübənin növbəti mərhələləri üçün bitkilər vegetasiya qablarına köçürülmüş və hidropanika şəraitində cücərdilmişdir. Məlum olmuşdur ki, OAD-aza fermentinin aktivliyi radiasiya stresinə nəzərən duz (NaCl) stresinin təsiri altında daha çox olmuşdur. Piruvat biosintezinin əsas fermenti olan OAD-aza fermenti radiasiya stresinin təsiri ilə inkişafın ilk günlərində aktivliyi daha çox müşahidə olunmuşdur, lakin zaman keçdikcə stres şəraitində aktivlikdə azalmalar müşahidə olunuşdur. Duz stresi şəraitində inkişaf edən bitkilərdə adaptasiya prosesləri təcdicən baş verdiyi üçün bitkilər stres şəraitinə daha dözümlü olurlar. Hər iki stres şəraitində OAD –aza fermenti energetik balansın təmin edilməsində əsas rol oynayır.
Açar sözlər: *Phaselus vulgaris L., OAD-aza, radiasiya, NaCl, stres, adaptasiya*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ РАДИАЦИОННОГО И СОЛЕВОГО СТРЕССОВ НА ФЕРМЕНТ ОКСАЛОАЦЕТАТДЕКАРБОКСИЛАЗУ В ЛИСТЬЯХ ФАСОЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ

Нармин Гулиева[1],Фариз Амирли[2], Гульджаннат Мамедова[3] , Вусала Рзаева[4], Гюнель Гулиева[5], Наргиз Омарова[6]
[1]Институт Радиационных Проблем, Кандидат биологических наук, narmin.guliyeva@asoiu.edu.az https://orcid.org/0009-0006-1241-4819
[2]Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности https://orcid.org/0000-0002-9095-2982

[3]Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, лаборант, аспирант https://orcid.org/0000-0001-9958-7232
[4,5,6]Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
https://orcid.org/0000-0002-8721-1059

https://orcid.org/0000-0003-4352-099X

https://orcid.org/0009-0004-1253-770X

АННОТАЦИЯ

Влияние радиационного и солевого стресса на активность фермента оксалоацетатдекарбоксилазы (ОАД) в листьях фасоли обыкновенной (Phaseolus vulgaris L.) было изучено при различных дозах и концентрациях. Эксперимент проводился в два этапа. На первом этапе сухие семена фасоли обрабатывались гамма-излучением от источника Co-60. На втором этапе семена выращивались в условиях солевого стресса. В последующих стадиях эксперимента растения были перенесены в вегетационные контейнеры и проращивались в гидропонных условиях. В результате исследования было установлено, что активность фермента ОАД была выше при солевом (NaCl) стрессе по сравнению с радиационным. ОАД, являющийся ключевым ферментом в биосинтезе пирувата, проявлял высокую активность в первые дни развития под действием радиационного стресса, однако со временем наблюдалось снижение активности фермента в условиях стресса. У растений, выращенных в условиях солевого стресса, адаптационные процессы происходили постепенно, что делало их более устойчивыми к стрессу. При обоих типах стрессовых условий фермент ОАД играет важную роль в поддержании энергетического баланса.

Ключевые слова: Phaseolus vulgaris L., оксалоацетатдекарбоксилаза (ОАД-аза), радиация, NaCl, стресс, адаптация.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0760

ADVANCED IMAGE SEGMENTATION FOR E-COLI DETECTION: ENHANCING WATER QUALITY ANALYSIS FOR THE CASPIAN SEA

Vagif M. Abbasov[1], Zaur Z. Aghamalıyev[2], Emil A. Aydinsoy[3], Fariz A. Amirli[4], Raju H. Valiyev[5]

[1,2,3] Academician Y.H. Mammadaliyev Institute of Petrochemical Processes of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan
[2,4] Department of Chemical Technology, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan
[5] State Oil Company of the Republic of Azerbaijan (SOCAR), Baku, Azerbaijan.
[1] Doctor of Chemical Sciences, Academican, http://orcid.org/0009-0003-9270-6624, nkpi@nkpi.az
[2] Doctor of Technical Sciences, Associate professor, http://orcid.org/0000-0003-2866-1401, zauraghamaliyev@gmail.com
[3] Junior researcher, http://orcid.org/0009-0002-7516-9364, aydinsoy@gmail.com
[4] Doctor of Technical Sciences, Professor, http://orcid.org/0000-0002-9095-2982, fariz.emirov@asoiu.edu.az
[5] PhD in technical sciences, http://orcid.org/0009-0007-0087-6909, racu.veliyev@socar.az

ABSTRACT

Water quality monitoring has become increasingly critical, particularly in ecologically sensitive regions such as the Caspian Sea. Microbial contamination, especially by Escherichia coli (E. coli), poses significant health risks and is a crucial indicator of water pollution. In this study, we developed a novel image segmentation model for detecting E. coli in water samples using advanced machine-learning techniques. This innovative model, leveraging a dataset curated from various open-source platforms and refined through manual annotation, trained a convolutional neural network (CNN) to segment and identify bacterial colonies accurately. The model's performance was evaluated using precision, recall, and mean Average Precision (mAP) metrics, achieving commendable results. Our approach not only offers a scalable solution for real-time microbial detection but also has the potential to revolutionize environmental monitoring. Integrating modern image processing techniques into microbial analysis represents a significant advancement in ensuring public health and safety, with the potential to make a profound impact on water quality analysis for the Caspian Sea.

Keywords: *E-coli detection, image segmentation, Caspian Sea, water quality, deep learning, microbial analysis, environmental monitoring.*

INTRODUCTION

The Caspian Sea, as one of the largest enclosed bodies of water in the world, is of significant ecological and economic importance. However, it has been increasingly scrutinised due to rising pollution levels caused by industrial discharges, agricultural runoff, and untreated sewage. These pollutants often lead to microbial contamination, posing severe health risks to the local population and wildlife. Escherichia coli (E. coli) is particularly concerning among the various microbial contaminants, indicating faecal contamination [1]. The presence of E-coli in water bodies strongly suggests the potential presence of pathogenic organisms that can cause

waterborne diseases [2], underscoring the urgent need for effective monitoring and control measures.

Traditional methods of detecting E. coli, such as culture-based techniques, are time-consuming and require specialised laboratory facilities, making them resource-intensive in terms of time, workforce, and equipment [3]. While accurate, these methods do not offer real-time detection to address contamination issues promptly. Moreover, they are resource-intensive, which limits their application in large-scale environmental monitoring [4]. Recent advancements in image processing and machine learning have opened new avenues for rapid and accurate detection of microbial contaminants [5]. Integrating convolutional neural networks (CNNs) with image segmentation techniques has emerged as a powerful tool for identifying specific features in complex datasets, making it ideal for detecting bacterial colonies in water samples [6, 7, 17].

Image segmentation for microbial detection has been explored in various studies with promising results. For instance, advancements in object detection algorithms have enabled the precise localisation of microorganisms in complex backgrounds, significantly improving detection accuracy [8]. Additionally, applying deep learning models to microorganism image analysis has demonstrated superior performance compared to traditional image processing methods, offering enhanced sensitivity and specificity [9]. However, these models often require extensive training datasets and their performance can be heavily influenced by the quality of the input data [10].

In this study, we apply a CNN-based image segmentation model for detecting E. coli in water samples collected from the Caspian Sea. This approach leverages a meticulously annotated dataset, refined through manual intervention, to ensure high accuracy. By integrating sophisticated image segmentation techniques, the model addresses the limitations of traditional methods, offering a significant improvement in real-time water quality monitoring [11]. This study's results demonstrate the model's effectiveness in detecting E. coli and highlight its potential scalability for broader environmental applications, ushering in a new era of water quality monitoring [12, 13].

This research contributes to the ongoing efforts to develop efficient, scalable, and accurate water safety methods. Its implications extend beyond the Caspian region, which includes the countries surrounding the Caspian Sea and those that share its watershed [14-20].

The table presents the general themes and key concerns across reference articles

Theme	Key Concerns	Suggested Approaches
Water Quality Monitoring	Inadequate real-time monitoring techniques; resource-intensive traditional methods.	These advanced machine-learning models, particularly deep-learning models like convolutional neural networks (CNNs), offer the potential for real-time data collection and analysis. They can process large volumes of data quickly and accurately, making them ideal for applications like water quality monitoring.
Microbial Contamination Detection	There is a need for accurate, scalable detection methods for microbial contaminants in	Developing CNN-based models tailored for specific microbial detection, focusing on E. coli as a critical indicator.

Theme	Key Concerns	Suggested Approaches
	environmental samples.	
Data Quality and Model Robustness	Variability in data quality impacting model performance; challenges in creating diverse datasets.	Emphasis on high-quality, manually annotated datasets to train and validate models; potential for exploring data augmentation techniques.
Technological Integration	Difficulty in integrating new technologies into existing monitoring frameworks; scalability issues.	Encouragement of interdisciplinary collaboration is crucial to integrating machine learning models into traditional environmental monitoring systems. This approach can help overcome the difficulty in integrating new technologies into existing monitoring frameworks and address scalability issues, ensuring a more comprehensive and effective environmental monitoring system.
Future Research Directions	There is a need for more robust, generalisable models and for exploring new architectures for enhanced performance.	Investigation of advanced deep learning architectures, including Transformer-based models, to improve detection accuracy and model adaptability.

RESULTS AND DISCUSSION

Training Process

The training began with collecting a diverse dataset of images depicting E. coli colonies. These images were sourced from open platforms like Roboflow, where developers had performed initial image detection using open-source models. However, to ensure the highest accuracy in segmentation, each image was manually annotated. This involved marking each bacterial colony by hand, which was a labour-intensive but crucial step to create a robust training dataset.

The dataset was split into three subsets: training (70%), validation (20%), and testing (10%). Preprocessing steps included resizing the images to a uniform dimension and applying data augmentation techniques such as rotation, flipping, and scaling to improve the model's robustness. The CNN architecture chosen for this task was specifically designed to handle the spatial complexity of the images, focusing on identifying the subtle features that distinguish E. coli colonies from the background.

Model Architecture:

The model used in this study was based on the Roboflow 3.0 Instance Segmentation framework, explicitly utilising the COCO-segmentation checkpoint. This model was selected due to its high efficiency and ability to handle complex image segmentation tasks, particularly those involving detailed and small-scale features like bacterial colonies.

Roboflow 3.0 Instance Segmentation is designed to quickly and accurately perform instance segmentation, which is crucial when dealing with images containing numerous small objects, such

as E. coli colonies. The "Fast" variant of the model was chosen to ensure that the system could process images rapidly without compromising accuracy, a critical factor for real-time water quality monitoring applications.

Critical Reasons for Model Selection:

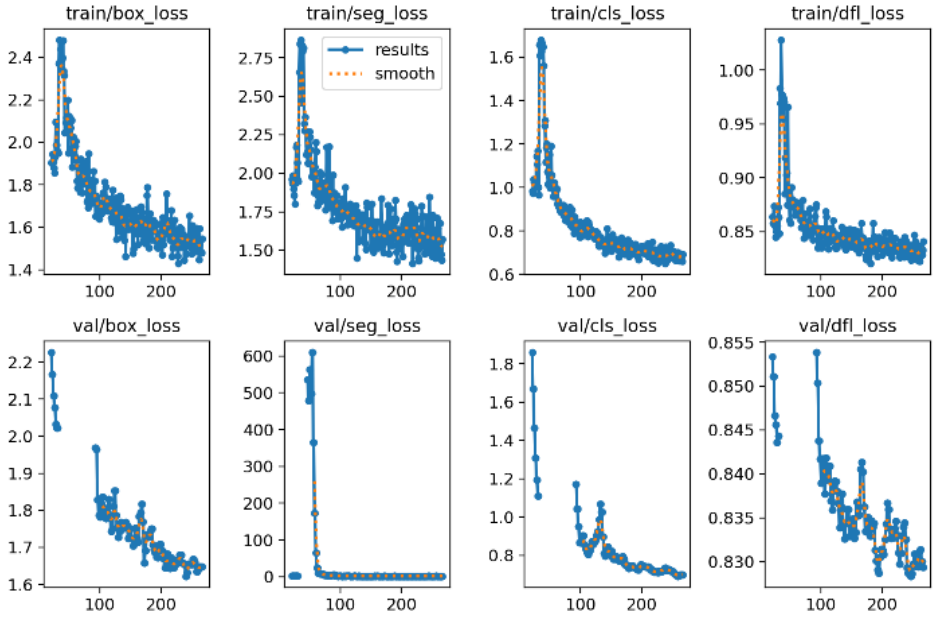
1. Speed and Efficiency: The "Fast" version of the Roboflow 3.0 Instance Segmentation model offers a balanced tradeoff between speed and accuracy, making it ideal for applications where quick turnaround is essential. This is particularly relevant in environmental monitoring, where delays in detecting contamination can have profound public health implications.

2. Pre-trained on COCO Dataset: The model was initialised with a checkpoint pre-trained on the COCO dataset (COCO segmentation), which contains various objects in diverse settings. This pre-training allows the model to effectively generalise to new datasets, even when those datasets differ significantly from the original training data. In this study, this robust pre-training enhanced the model's ability to adapt to the specific task of detecting E. coli in water samples.

3. Instance Segmentation Capability: Unlike traditional object detection models, instance segmentation models like Roboflow 3.0 can identify each object within an image and generate a precise segmentation mask. This capability is crucial when analysing images where bacterial colonies overlap or appear near each other, requiring the model to distinguish between individual colonies.

4. Scalability and Integration: The model's architecture is also highly scalable, allowing it to be integrated into larger environmental monitoring systems without significant adjustments. This makes it an excellent candidate for deployment in diverse environments, from lab-based research to field applications. Training Parameters:

5. The model was trained over 300 epochs with a batch size of 16 and a learning rate of 0.001 using the Adam optimiser. Cross-entropy loss was used as the loss function, as it effectively handles the class imbalance often present in segmentation tasks. The training was monitored using metrics such as mAP, precision, and recall, which provided insights into the model's performance and areas for improvement.



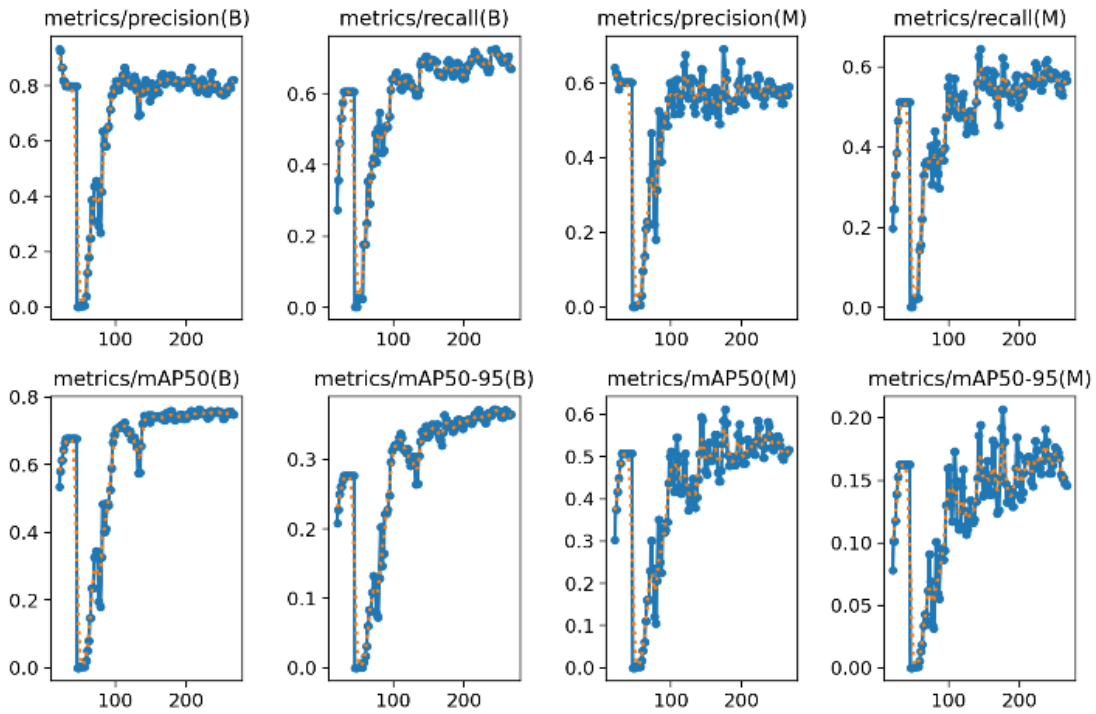


Fig. 1. Training and Validation evaluation metrics.

For the training of the model, several loss functions were used:

Box Loss: Box loss measures the difference between the predicted and ground truth bounding box coordinates. This metric is crucial in object detection tasks, where precise localisation of objects is needed.

$$Box\ Loss = -\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}((x_i - \hat{x}_i)^2 + (y_i - \hat{y}_i)^2 + (w_i - \hat{w}_i)^2 + (h_i - \hat{h}_i)^2)$$

where N is the number of bounding boxes, x_i, y_iAre the coordinates and w_i, h_i are the width and height of the bounding box, in our case polygons.

Class Loss: Class loss measures the discrepancy between predicted probabilities and ground truth class labels. This loss is significant in classification tasks, including object detection, where the model needs to classify each object correctly.

$$Class\ Loss = -\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(y_i log(\hat{y}_i) + (1 - y_i) log(1 - \hat{y}_i))$$

Where y_i is the ground truth class label, and $\hat{y}_i$ is the predicted probability for class i.

Object Loss: Object loss (or Objectness loss) measures the difference between the predicted probability that a bounding box contains an object and the ground truth label (object or no object). It is a crucial metric in models like YOLO, where the model predicts whether a grid cell contains an object.

$$Object\ Loss = -\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(pilog(\hat{p}_i) + (1 - p_i)log(1 - \hat{p}_i))$$

Where p_i is the ground truth objectness score (1 if the object is present, 0 otherwise), and $\hat{p}_i$ is the predicted objectness score.

DFL (Distribution Focal Loss): Distribution Focal Loss (DFL) is a variation of Focal Loss designed to handle class imbalance more effectively in object detection tasks. It focuses on the most challenging examples, reducing the loss contribution from well-classified examples and increasing it for hard-to-classified ones.

$$DFL = -\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(\alpha(1 - p_i)^{\gamma}log(p_i))$$

Where α is a scaling factor, γ is the focusing parameter, p_i is the predicted probability, and ***N*** is the number of examples.

Precision and Recall:

Precision: The proportion of accurate positive detections out of all positive detections (both true positives and false positives).

$$Precision = \frac{True\ Positives}{True\ Positives + False\ Positives}$$

Recall: The proportion of accurate positive detections of all positive instances (true positives and false negatives).

$$Recall = \frac{True\ Positives}{True\ Positives + False\ Negative}$$

Mean Average Precision (mAP): mAP is a standard evaluation metric for object detection tasks. It measures the precision-recall curve for each class and computes the average precision across all classes.

$$mAP = \frac{1}{K}\sum_{k=1}^{K} KAP_k$$

As shown in Figure 1, the training process appears to be going well, with both training and validation losses decreasing. This suggests that the model is learning effectively without significant overfitting.

Evaluation

The performance metrics, especially precision, recall, and mAP, indicate that the model makes accurate and reliable predictions. The upward trend in mAP and stability in precision and recall are promising, suggesting that the model is well-suited for the object detection tasks on which it was trained.

Mean Average Precision (mAP): The mAP for the model was 74%, indicating a high level of accuracy in detecting and segmenting E. coli colonies. This metric measures the precision-recall tradeoff, providing a comprehensive view of the model's performance.

Precision: The model's precision was 81.3%, reflecting the proportion of correctly identified

colonies among all positive predictions. This high precision suggests that the model is effective at minimising false positives.

Recall: The recall was 68.5%, indicating that the model could identify the majority of actual E-coli colonies, though some were missed. Improving recall is a potential area for future work, possibly through further data augmentation or model refinement.

Visual inspection of the segmentation results confirmed the model's ability to delineate E. coli colonies from the surrounding medium accurately. Figures 1 and 2 illustrate examples of the segmented images, showing the model's capability to handle various lighting conditions and colony densities.

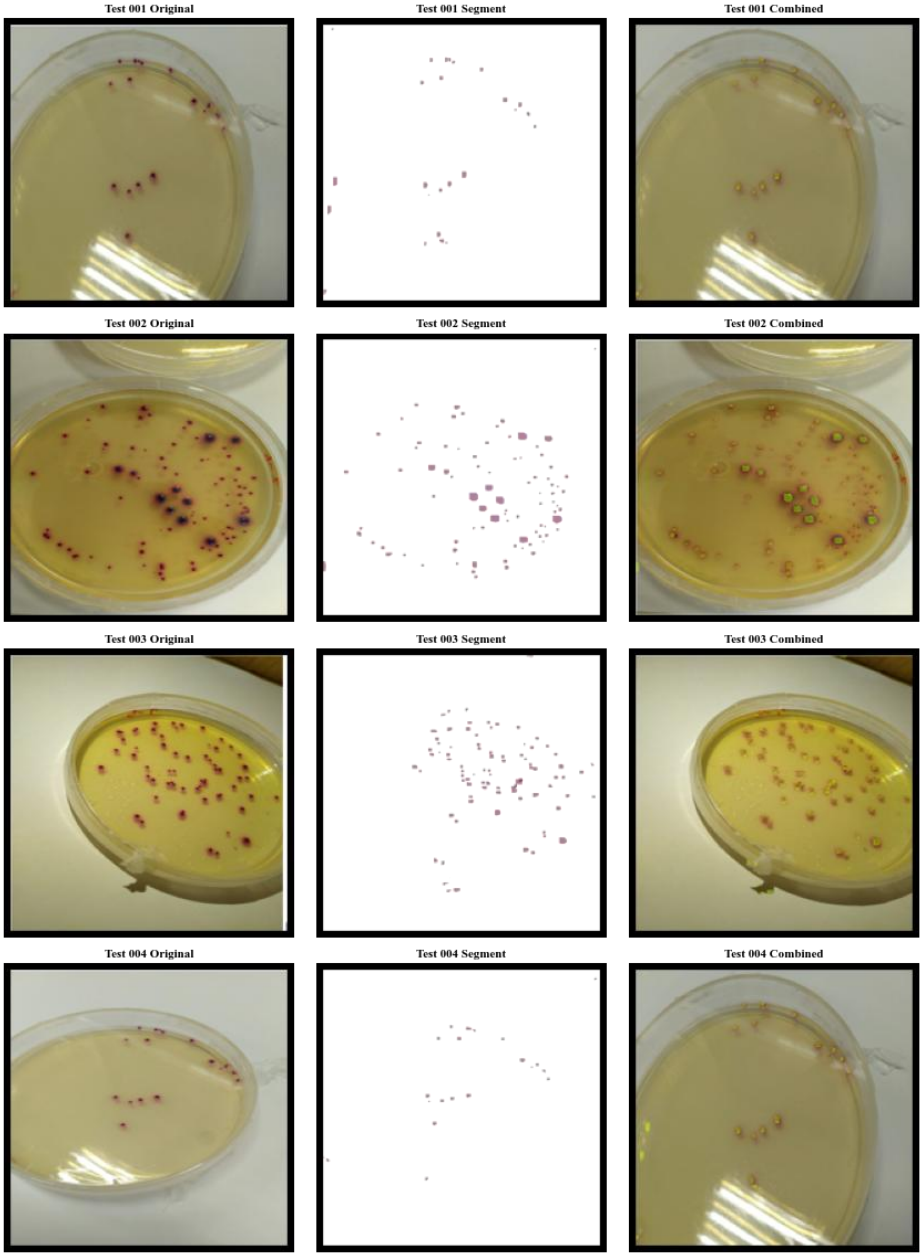


Fig. 2. Result of the model on the Test Data.

These results are particularly significant compared to traditional methods, which often

require extensive manual labour and time to achieve similar levels of accuracy. The model's real-time processing of images also opens new possibilities for continuous water quality monitoring in the Caspian Sea and other regions.

Conclusion

1. This study demonstrates the potential of advanced image segmentation techniques for detecting E. coli in water samples, with significant implications for water quality monitoring in the Caspian Sea and beyond. With its high precision and respectable recall, the developed model offers a scalable solution for real-time microbial detection, providing a critical tool for environmental monitoring and public health protection.

2. Integrating manual annotation with automated image processing marks a step forward in microbial analysis, reducing the time and effort required to monitor water quality. As technology continues to evolve, the methodologies presented in this study could be adapted and expanded to address a broader range of environmental challenges, contributing to the global effort to ensure clean and safe water for all.

Ədəbiyyat

1. Shahryari A., Safari H., Pahlavanzadeh B. "Assessment of the microbiological quality of Caspian seawater and the role of physicochemical factors on microbial load." // Journal of Environmental Health and Sustainable Development, 2020, Vol. 5, No. 1, p. 962.
2. Tonekabony N., Izadi Amoli R., Piroozmand A., Fakheri S. "Prevalence of SHV gene and antibiotic resistance pattern in Escherichia coli strains isolated from patients with urinary tract infections in Northern Iran." // Caspian Journal of Environmental Science, 2021, Vol. 19, No. 1, p. 11.
3. Xu Y., Hassan M.M., Sharma A.S., Kabir M.J.I. Recent advancement in nano-optical strategies for detecting pathogenic bacteria and their metabolites in food safety // Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2021, Vol. 63, No. 4, p. 1.
4. Liu L., Ma W., Wang X., Li S. "Recent Progress of Surface-Enhanced Raman Spectroscopy for Bacteria Detection." // Biosensors, 2023, Vol. 13, No. 3, p. 350.
5. Zhang J., Li C., Yin Y., Zhang J., Grzegorzek M. Applications of artificial neural networks in microorganism image analysis // Artificial Intelligence Review, 2023, Vol. 56, p. 1013.
6. Ma P., Li C., Rahaman M.M., Zhang Y., Grzegorzek M. "A state-of-the-art survey of object detection techniques in microorganism image analysis." // Artificial Intelligence Review, 2023, Vol. 56, No. 5, p. 1627.
7. Hartmann R., van Teeseling M.C.F., Bramkamp M. "BacStalk: A comprehensive and interactive image analysis software tool for bacterial cell biology." // Molecular Microbiology, 2020, Vol. 114, No. 1, p. 140.
8. Kulwa F., Li C., Qi S., Zhao X., Jiang Z., Xu G. "A State-of-the-Art Survey for Microorganism Image Segmentation Methods and Future Potential." // IEEE Access, 2019, Vol. 7, p. 100243.
9. Khasim S., Ghosh H., Rahat I.S., Rahman H., Cheruvu H. "Deciphering Microorganisms through Intelligent Image Recognition: Machine Learning and Deep Learning Approaches, Challenges, and Advancements." // EAI Endorsed Transactions on Internet of Things, 2023, Vol. 10.
10. Kylberg G., Uppström M., Hedlund K.O., Borgefors G. "Segmentation of virus particle candidates in transmission electron microscopy images." // Journal of Microscopy, 2012, Vol. 245, No. 2, p. 140.
11. Abbasov V.M., Aghamaliyev Z.Z., Aydinsoy E.A., Alimadatli N.Y. Modelling an Image Detection Algorithm to Evaluate the Effect of E.coli. // Processes of Petrochemistry and Oil Refining, 2023, Vol. 24, No. 3, p. 589.

12. Liu L., Ma W., Wang X., Li S. Recent Progress of Surface-Enhanced Raman Spectroscopy for Bacteria Detection // Biosensors, 2023, Vol. 13, No. 3, p. 350.
13. Abbasov V.M., Azizov R.E., Aghamaliyev Z.Z., Aydinsoy E.A., Alimadatli N.Y. The localisation of oil leaks in the sea using satellite and drone images with artificial intelligence models // Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2024, Vol. 148, No. 2, p. 421.
14. Shahryari A., Safari H., Pahlavanzadeh B. Assessment of the microbiological quality of Caspian seawater and the role of physicochemical factors on microbial load // Journal of Environmental Health and Sustainable Development, 2020, Vol. 5, No. 1, p. 962.
15. Aydinsoy E.A., Aghamalieva D.B., Aghamaliev Z.Z. Assessment of Bactericidal Efficacy of Seaside Water Samples and Automated Detection of Sulfate-Reducing Bacteria Using Computer Vision Models //Journal of Engineering Sciences and Modern Technologies, 2024, Vol. 1, No. 1, p.80.
16. Aydinsoy E.A., Aghamaliyev Z.Z., Aghamaliyeva D.B., Abbasov V.B. A Systematic Review of Corrosion Inhibitors in Marine Environments: Insights from the Last 5 Years // Processes of Petrochemistry and Oil Refining, 2024, Vol. 25, No. 3, p.793.
17. Irada I. Alekperova, Zaur Z. Aghamaliyev, Firuza M. Veliyeva, Chingiz K. Rasulov. Optimization of phenol cycloalkylation process with cyclohexene in the presence of catalyst KU-23 // Processes of Petrochemistry and Oil Refining (PPOR), 2019, Vol. 20, No. 4, pp. 424-432.
18. Abbasov V. M., Aydinsoy E. A., Aghamalieva D. B., Aghamaliev Z. Z. Assessment of bactericidal efficacy of seaside water samples and automated detection of sulfate-reducing bacteria using computer vision models. // Journal of Engineering Sciences and Modern Technologies, 2025 1(1), p.60-64.
19. Aghamaliyev Z.Z. Production and properties of surface-active compositions based on oxyetized nonylphenol and alkylymidazolines // Processes of Petrochemistry and Oil Refining, Baku. 2021. Vol.22, No. 1, p. 50-57.
20. Aghamaliyev Z.Z., Abbasov V.M., Rasulov Ch.G., Aghamaliyeva D.B. Preparation of compositions of oxyethylated nonylphenol with alkylimidazoles and study of their action against sulfate-reducing bacteria // Baku: Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2021. Vol.9, No. 05, p.60-65.

Xəzər dənizi suyunun keyfiyyətinin təhlilinin təkmilləşdirilməsi məqsədilə E-coli-nin aşkarlanması üçün qabaqcıl təsvir seqmentasiyası

Vaqif M. Abbasov[1], Zaur Z. Ağamalıyev[2], Emil A. Aydınsoy[3], Fariz Ə. Əmirli[4], Racu H. Vəliyev[5]

[1,2,3] Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan
[2,4] Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kimya texnologiyası kafedrası, Bakı, Azərbaycan
[5] Azərbaycan Respublikası Dövlət Neft Şirkəti (SOCAR), Bakı, Azərbaycan

[1] Kimya elmləri doktoru, akademik, http://orcid.org/0009-0003-9270-6624, nkpi@nkpi.az
[2] Texnika elmləri doktoru, dosent, http://orcid.org/0000-0003-2866-1401, zauraghamaliyev@gmail.com
[3] Kiçik elmi işçi, http://orcid.org/0009-0002-7516-9364, aydinsoy@gmail.com
[4] Texnika elmləri doktoru, professor, http://orcid.org/0000-0002-9095-2982, fariz.emirov@asoiu.edu.az
[5] Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, racu.veliyev@socar.az

XÜLASƏ

Xüsusilə ekoloji cəhətdən həssas bölgələrdə, o cümlədən Kaspi dənizində suyun keyfiyyətinin monitorinqi günümüzdə daha da aktuallaşmışdır. Su mühitində Escherichia coli (E. coli)

bakteriyasının mövcudluğu ciddi sağlamlıq riskləri yaradır və çirklənmənin əsas mikrobioloji göstəricisi hesab olunur. Bu tədqiqatda E. coli-nin aşkarlanması üçün qabaqcıl maşın öyrənməsi üsullarına əsaslanan yeni təsvir seqmentasiyası modeli hazırlanmışdır. Müxtəlif açıq mənbələrdən toplanmış və əl ilə annotasiya edilmiş verilənlər bazası əsasında konvolyusion neyron şəbəkəsi (CNN) öyrədilərək bakterial koloniyaların dəqiq seqmentasiyası və identifikasiyası həyata keçirilmişdir. Modelin effektivliyi dəqiqlik, xatırlama və orta dəqiqlik (mAP) göstəriciləri üzrə qiymətləndirilmiş və qənaətbəxş nəticələr əldə edilmişdir. Təklif olunan yanaşma yalnız real vaxt rejimində mikrob aşkarlanmasına miqyaslana bilən həll təqdim etmir, həm də ətraf mühitin monitorinqində innovativ yanaşma kimi çıxış edir. Müasir təsvir emalı texnologiyalarının mikrobioloji analizə inteqrasiyası ictimai sağlamlıq və təhlükəsizlik sahəsində əhəmiyyətli irəliləyiş hesab olunmaqla, Kaspi dənizi üçün suyun keyfiyyətinin qiymətləndirilməsinə ciddi töhfə verə bilər.

Açar sözlər: E-coli aşkarlanması, təsvir seqmentasiyası, Xəzər dənizi, suyun keyfiyyəti, dərin öyrənmə, mikrobioloji analiz, ətraf mühitin monitorinqi.

Передовая сегментация изображений для обнаружения E-coli: Повышение качества анализа воды Каспийского моря

Вагиф М. Аббасов[1], Заур З. Агамалиев[2], Эмиль А. Айдынсой[3], Фариз Амирли[4], Раджу Г. Велиев[5]

[1,2,3] Институт нефтехимических процессов им. акад. Ю.Х. Мамедалиева Министерства науки и образования Азербайджанской Республики, Баку, Азербайджан
[2,4] Кафедра химической технологии, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан
[5] Государственная нефтяная компания Азербайджанской Республики (SOCAR), Баку, Азербайджан

[1] Доктор химических наук, академик, http://orcid.org/0009-0003-9270-6624, nkpi@nkpi.az
[2] Доктор технических наук, доцент, http://orcid.org/0000-0003-2866-1401, zauraghamaliyev@gmail.com
[3] Младший научный сотрудник, http://orcid.org/0009-0002-7516-9364, aydinsoy@gmail.com
[4] Доктор технических наук, профессор, http://orcid.org/0000-0002-9095-2982, fariz.emirov@asoiu.edu.az
[5] Кандидат технических наук, racu.veliyev@socar.az

АННОТАЦИЯ

Мониторинг качества воды приобретает всё большее значение, особенно в экологически уязвимых регионах, таких как Каспийское море. Микробное загрязнение, в частности бактериями Escherichia coli (E. coli), представляет серьёзную угрозу для здоровья и является важным индикатором загрязнённости воды. В рамках данного исследования была разработана новая модель сегментации изображений для выявления E. coli в водных пробах с использованием современных методов машинного обучения. Эта инновационная модель, основанная на наборе данных, собранных из различных открытых источников и вручную аннотированных, обучала сверточную нейронную сеть (CNN) для точной сегментации и идентификации бактериальных колоний. Эффективность модели была оценена по метрикам точности, полноты и средней точности (mAP), показав обнадеживающие результаты. Предложенный подход предоставляет масштабируемое решение для микробного анализа в реальном времени и может кардинально изменить практику экологического мониторинга. Интеграция современных методов обработки изображений в

микробиологический анализ является значительным шагом вперед в обеспечении общественного здоровья и безопасности, с перспективой значительного влияния на оценку качества воды Каспийского моря.

Ключевые слова: обнаружение E-coli, сегментация изображений, Каспийское море, качество воды, глубокое обучение, микробиологический анализ, экологический мониторинг.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0771

RESEARCH ON THE MAIN ASPECTS OF THE PROCESS OF GRANULATION OF POWDERED MATERIALS WITH THE USE OF MODIFYING ADDITIVES

M.M.Samedov[1], G.İ.Kelbaliyev[2], S.G.Aliyeva[3], S.H.Javadova[4], F.Kh.Shagaldiyev[5], R.E.Azizov[6]

[1,3-5][Dr. Prof. Department of Chemistry Sumgayit State University, Azerbaijan email: Muxtar.Semedov@sdu.edu.az ORCID: 0000-0003-3960-5835, senior lecturer email: saadat.aliyeva@sdu.edu.az ORCID: 0009-0004-4699-4618, senior lecturer email: sadagul.javadova@sdu.edu.az ORCID: 0000-0002-8931-1432, senior lecturer e-mail: fizuli.shahgaldiyev@sdu.edu.az ORCID: 0009-0003-7444-8801]
[2][Dr. Prof. Head of Department Institute of Catalysis and Inorganic Chemical, Baku, Azerbaijan email: kudretkelbaliyev@mail.ru ORCID: 0000-0002-6275-3732
[6][Rector, Dr., Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan email: Rufat.Azizov@sdu.edu.az ORCID: 0000-0001-8662-1550]

Abstract. This research provides novel insights into the granulation mechanisms of mineral-based phosphorus fertilizers by combining theoretical modeling with experimental validation. The primary aim is to enhance the structural integrity of fertilizer granules and minimize internal porosity by strategically enriching their composition with nitrogen and manganese. For this purpose, a combination of manganese oxide (MnO), aluminum oxide (Al_2O_3), and ammonium hydroxide (NH_4OH) was utilized as process-enhancing agents, integrated into different ratios alongside phosphorus fertilizer and binding solutions.

Initial theoretical assessments were conducted to investigate moisture diffusion dynamics within the granular matrix. The mass transfer behavior during the wetting phase was analyzed to determine its impact on the internal structure of granules. It was clearly observed that an excessive accumulation of moisture on the granule surface leads to structural degradation, resulting in reduced compactness and increased fragility. A direct correlation was identified between surface moisture thickness, pore volume, and granule strength.

To prevent such mechanical deterioration and to maintain structural resilience during storage, it is essential to engineer a denser microstructure by optimizing the formulation of the binding components. The experimental findings strongly support this approach - demonstrating that the application of a moistening medium containing MnO and Al_2O_3 with NH_4OH, within a binder-to-fertilizer ratio of 1:(0.30 - 0.35), significantly enhances the compressive strength of granules, with values reaching up to 25 - 26 MPa. In addition, this method not only improves mechanical performance but also contributes to the functional value of the product through the incorporation of essential nutrients such as nitrogen and manganese.

Keywords: mineral phosphorus fertilizers, granulation, moistening, diffusion, porosity, strength

Introduction

The transformation of fine particulate materials into granular structures plays an indispensable role across numerous industrial fields, including chemical, food, pharmaceutical, and metallurgy. Granule performance is primarily influenced by a combination of physicochemical properties-such as size distribution, bulk density, pore structure, and thermal

resistance - as well as rheological properties like flowability, deformation resistance, compactness, and tendency toward lump formation or agglomeration. One of the major challenges in handling granular substances is caking - the tendency of granules to fuse together under their own weight. In the case of fertilizers, particularly those containing mineral nutrients, granule adhesion is largely influenced by the material's interaction with atmospheric moisture. This occurs especially during stages like cooling, transportation, and storage [1-3].

Therefore, evaluating the physical and mechanical characteristics of fertilizer granules requires careful consideration of their moisture absorption behavior, which is directly linked to their hygroscopic nature. Interestingly, during moisture uptake, only a small fraction of the granules' outer layer—typically about 5-10% of their total mass—is affected. This localized increase in moisture content leads to a weakening of the surface structure, causing the granules to lose strength, become deformed, or form aggregates due to pressure from the weight of overlying material layers.

To counteract these undesirable outcomes, it is essential to manage the moisture absorption by controlling the material's porosity. Porosity, which influences moisture retention, can be adjusted through the incorporation of various additives, including inorganic compounds or surfactants, to enhance the granules' resistance to moisture uptake [4-9].

Moreover, granule strength exhibits a strong correlation with internal porosity. Studies by Kelbaliev and colleagues have established a mathematical relationship between granule strength and porosity. This relationship has been expressed through a series of mathematical formulas, providing a structured approach to optimize the properties of granules [9].

$$\frac{d\,ln(\Delta-\Delta_0)}{dC_d} = k_0 \frac{\Delta}{C_d^2} \quad (1)$$

The determination of granule strength is described through empirical relationships, as outlined in several key studies [10-12].

$$\Delta = \Delta_0\, exp(-b\varepsilon) \quad (2)$$

$$\Delta = \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon}\frac{F}{a^2} \quad (3)$$

$$\Delta = 3.7(1-\varepsilon)^4 \frac{F}{a^{3/2}m^{1/2}} \quad (4)$$

In this equation, F- represents the average strength per unit of cross-sectional area, m - is the characteristic dimension, a - denotes the size of the granules, ε\varepsilon ε - indicates the porosity of the granules, and b - is the coefficient related to nature-dependent intensifiers. The simplified equations (2)–(4) illustrate that a reduction in porosity leads to an increase in the strength of the granules.

In the research conducted by O.M. Flisyuk and colleagues [14], both theoretical and experimental findings on particle agglomeration within a high-speed granulator, which also involves particle fragmentation, are presented. The authors proposed mathematical models to evaluate the respective contributions of agglomeration and fragmentation in granule formation from powder particles, and they determined the average particle mass at the granulator outlet. In a separate study [15], the authors suggested the need for an appropriate dynamic pan granulation model for automating and intensifying the process. This method of granulation results in the production of particles with broad practical applications, such as in the manufacture of fertilizers and pharmaceuticals. The study emphasized the determination of agglomeration kernel parameters within a population balance model, using empirical data. It was demonstrated that the particle size

distribution in a steady state could be accurately replicated at the laboratory scale by employing a population balance with the established parameters. R.F. Rodrigues and colleagues [16] investigated the effects of drum rotation speed, liquid-to-solid ratio, granulation time, and residence time on the granulation performance of single phosphorus fertilizers in a rotary drum granulator. Regression analysis was employed to quantify the influence of these variables on granulation efficiency and the physical characteristics of the final product. The study [16] concluded that specific conditions for improving granulation efficiency and enhancing the physical properties of the final product could be identified using predictive equations for properties based on the studied variables. In a further study [17], fertilizer granulation with a broad particle size distribution was explored and modeled using a two-stage kernel (coalescence kernel β(i,j)). Unlike the model proposed in 1995 by Adetayo, Litster, Pratsinis, and Ennis [18], this study focused on a second-stage kernel in which particles with volumes *i* and *j* collide to form a final granule of volume *ij*, rather than the conventional summation *i* + *j*. This approach results in a broader granule size distribution than originally anticipated. Despite these advancements, the study of how various additives can enhance the properties of fertilizer granules remains insufficient, limiting the ability to carry out preliminary calculations and optimize their subsequent applications.

The primary objective of this study is to enhance both the qualitative and quantitative properties of phosphorus fertilizer granules by incorporating a combination of additives, specifically manganese oxide (MnO) and aluminum oxide (Al_2O_3), along with ammonium hydroxide (NH_4OH). This approach aims to reduce the porosity of the granules, improve their strength, and simultaneously enrich them with nitrogen and manganese.

Mathematical Modeling

Model for Natural Moistening of Granules

When phosphorus fertilizer granules undergo cooling, transportation, and storage, a process of natural moisture absorption occurs. The degree to which moisture infiltrates the granules is determined by several factors, including the porosity of the granule structure, the humidity of the surrounding environment, and the granule size. This moisture absorption process within the porous matrix is driven by mass transfer. For spherical granules, when both the Peclet number $\mathrm{Pe}=\frac{VR}{D}$ <<1 and the Fourier number $Fo = \frac{D_0 t}{R^2} << 1$ are low, the following equation governs the moisture penetration process:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{D_*}{r^2}\frac{\partial}{\partial r}\left(r^2\frac{\partial C}{\partial r}\right) \qquad (5)$$

$$r = R, t > 0, C = C_S; t = 0, C = C_0; r \to \infty, C = C_0$$

In this equation, C, C_0, and Cs represent the current concentration, the moisture concentration on the surface of the granules, and the moisture concentration within the flow capacity, respectively. Based on a series of experimental studies conducted to determine the effective diffusion coefficient within the porosity of the granules [13], the following empirical relationship can be established [19]:

$$\frac{D_*}{D_0} = 0.62\varepsilon + 0.28\varepsilon^{4.4} \qquad (6)$$

At ε < 0.55 [19], the expression (6), considering pore tortuosity (η_d) passes into a linear

dependence. This dependence is expressed as:

$$\frac{D_*}{D_0} \approx 0.62\varepsilon\eta_d \quad (7)$$

Figure 1 illustrates the relationship between the effective diffusion coefficient and porosity, which was derived using the methodology outlined in [13].

By solving equation (5) under the specified boundary conditions and assuming negligible values for the Fourier number, the following expression can be obtained:

$$\frac{C(r,t)-C_S}{C_0-C_S} = erf\left(\frac{R-r}{2\sqrt{D_0 t\varepsilon\eta_d}}\right) \quad (8)$$

where $erf(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^{\infty} e^{-x^2}dx -$ the error integral, a value of which is changed within the ranges from 0 to 1 at $x \to \infty$. The total amount of moisture transferred over time (t_S) is defined as:

$$J = -\int_0^{t_S} D_* \frac{\partial C}{\partial r}|r = R\, dt = 2(C_S - C_0)\left(\frac{t_S D_*}{\pi}\right)^{1/2} \quad (9)$$

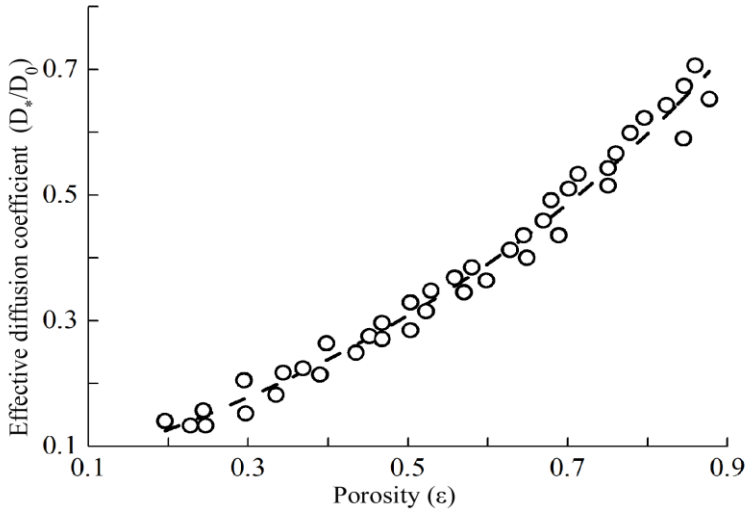


Fig. 1. Variation of the effective diffusion coefficient on porosity (experimental data obtained by Ch. N. Satterfield).

By performing elementary transformations on this equation, the average transfer rate, denoted as $J_S = \frac{J}{t_S}$ can be determined. The mass-transfer coefficient, when compared to the overall mass transfer across a unit surface area $J_S = K(C_S - C_0)$, is determined from equation (10) by incorporating the expression (7), as shown below:

$$K = 2\left(\frac{D_*}{\pi t_S}\right)^{1/2} \approx \frac{D_*}{\delta} \quad (10)$$

The moisture penetration depth, denoted as $\delta -$, which is defined from the equation (10)

considering the expression (7) as follows:

$$\delta \approx 2(\pi t_s D_*)^{1/2} = 2.8(D_0 t_S \varepsilon \eta_d)^{1/2} \quad (11)$$

In turn, the equation (11) can be transformed as follows:

$$\frac{\delta}{R} \approx 2.8\mathrm{Fo}^{1/2}(\varepsilon\eta_d)^{1/2} \quad (12)$$

where $Fo = \frac{D_0 t_S}{R^2} -$ Fourier number. According to equation (12), the moisture thickness depends on the average porosity. With an increase in porosity, the depth of moisture penetration into the granules volume increases $\sim\varepsilon^{1/2}$. Based on the equation (12) and condition $j = D_* \frac{\partial C}{\partial r} | r = R$, the expression for the Sherwood number is determined as:

$$\mathrm{Sh} = \frac{2}{\sqrt{\pi\varepsilon\eta_d}} \mathrm{Fo}^{-1/2} \quad (13)$$

The numerous experimental and practical results in works [19-21] showed that the molecular diffusion coefficient of moisture in porous media fluctuates within the ranges $D \approx 10^{-9} - 10^{-12} \frac{m^2}{s}$. Under the conditions that $R = 2 \times 10^{-3} m$, $\varepsilon = 0{,}3 - 0{,}5$, one can estimate a number $\mathrm{Fo}=0.01\text{-}0.03$ and layer thickness of a granule moistening equal to $\frac{\delta}{R} \approx 0.1 - 0.3$.

An increase in the moisture content on the surface of the granules results in the formation of friability and a reduction in strength. This, consequently, causes deformation, surface deterioration, and adhesion between granules. These unfavorable effects are linked to the moisture-driven diffusion within the granules' structure, which is dependent on porosity. To prevent strength loss during storage and ensure consistent granule strength, it is essential to produce granules with a more compact structure. An alternative and effective approach involves adding specific substances to the binder, which crystallize as the granules dry, promoting stronger bonds between the powder particles and filling the pores. This process reduces the free volume within the granules. As indicated by equations (2) – (4), a decrease in porosity or moisture content leads to improved granule strength and higher yields of quality granules.

Experimental Analysis: Influence of Additives on Granular Strength

The selection of appropriate additives, both organic and inorganic compounds, was primarily guided by several important factors:

1. The compound must be capable of completely dissolving in the binding agent, typically water.
2. Its crystallization during the drying phase should promote the formation of additional structural "bridges" between individual powder particles. This mechanism also aids in the reduction of the free volume within the granules.
3. The chosen additives must enhance the physical, chemical, and quantitative properties of

the finished product.

In light of these objectives, a combination of manganese oxide (MnO), aluminum oxide (Al_2O_3), and ammonium hydroxide (NH_4OH) was selected for experimental investigation. This mixture was used to determine its effect on both the composition and physical-chemical properties of the resulting granulated phosphorus fertilizers. More specifically, the study aimed to evaluate how the granules could be enriched with nitrogen (N) and manganese (Mn).

The experimental procedure was carried out using a laboratory-scale drum granulator , with specifications including a drum diameter of 12 cm, a length of 80 cm, and a rotational speed of 30 rpm. The granulator was filled to a 15% capacity, as illustrated in Figure 2. The drum unit featured nozzles strategically placed at several points along its length, which are also indicated in Figure 2. Through these nozzles, a binder solution composed of 18-20% MnO, 6-8% NH_4OH, 4-5% Al_2O_3, and 67-72% water by mass was applied to moisten powdered superphosphate.

The ratio of the phosphorus fertilizer to the binder liquid was varied across a range from 1:0.10 to 1:0.50, with incremental adjustments made at steps of 0.05. This setup allowed for the assessment of different binder concentrations on the granulation process.

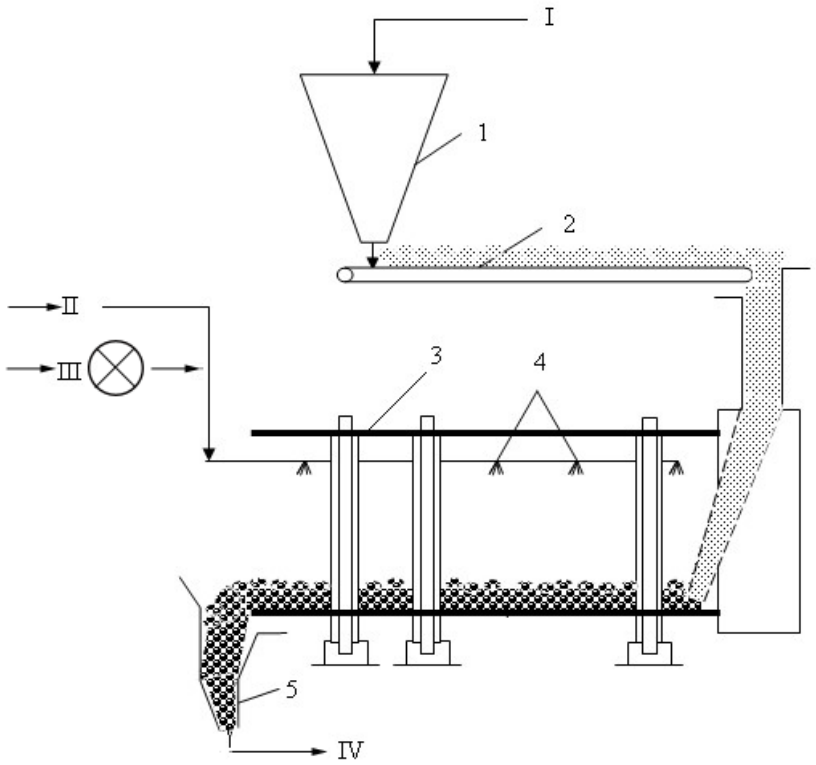


Fig. 2. Principal scheme of the laboratory unit for granulation of powdered materials in drum apparatus: 1 - hopper for dry powders; 2 - conveyor; 3 - rotating drum apparatus; 4 - nozzles; 5 - bunker; I - powder supply line; II - supply of a binding substance; III - supply of additions; IV - moistened granules in the dryer.

The experimental results are summarized in Table 1.

Table 1. The effect of quantity and composition of additions (MnO – 18–20%, NH_4OH – 6–8%, Al_2O_3 – 4–5%, H_2O –67–72%, mass. %) on granules strength, a yield of the marketable products and composition of the finished product.

The ratio of superphosphate and binding liquid	P_2O_5 (adopt.), %	P_2O_5 (free), %	N, %	Mn, %	H_2O %	Δ, MPa	Yield, Q, %
1: 0.10	19.43	3.27	0.21	0.42	1.60	18.4	72.0
1: 0.15	19.40	2.92	0.30	0.58	1.82	20.9	78.3
1: 0.20	19.35	2.80	0.42	0.63	2.01	24.1	81.7
1: 0.30	19.30	2.26	0.55	0.80	2.11	25.2	86.7
1: 0.35	19.28	2.20	0.70	0.93	2.19	26.0	85.8
1: 0.40	19.07	2.18	0.89	1.12	2.35	23.3	68.4
1: 0.45	18.82	2.15	1.20	1.39	2.60	21.1	62.5
1: 0.50	18.34	2.12	1.31	1.50	2.89	19.2	59.2

The experimental findings summarized in **Table 1** reveal that the optimal granule strength, approximately 24-26 MPa, was obtained when the ratio of powdered phosphorus fertilizers to binder (additives) fell within the range of 1:(0.20-0.35). During drying, the requirement for limestone is eliminated, as the ammonia component in the moistening solution effectively neutralizes the acidity of the phosphorus fertilizer. The moistening process, involving a blend of manganese oxide (MnO), aluminum oxide (Al_2O_3), and ammonium hydroxide (NH_4OH), initiates several significant chemical reactions: (i) the ammonia component reacts with the free phosphoric acid present in the fertilizer; (ii) monoammonium phosphate (MAP) forms and crystallizes. This crystallization process results in the development of point defects in the crystal structure, which may contribute positively to the granules' mechanical strength.

The enhancement in granule strength is primarily attributed to the capacity of MnO and Al_2O_3 within the binder to strongly adhere the phosphorus fertilizer particles during granule formation, reducing the porosity and producing a more compact and durable granule structure.

The experimental results also indicate that the use of a moisturizing solution consisting of MnO, Al_2O_3, and NH_4OH, with a ratio of 1:(0.30-0.35), can significantly increase the granule strength to approximately 25-26 MPa. In addition to improving the mechanical properties, this formulation enriches the final granules with nitrogen and manganese, thereby enhancing the overall quality of the granulated product.

Results and discussion

The enhancement of the quality characteristics of phosphorus fertilizers, particularly the strengthening of granules and reduction of porosity, can be attributed to the introduction of a binder containing a mixture of manganese oxide (MnO), aluminum oxide (Al_2O_3), and ammonium hydroxide (NH_4OH). This combination promotes the formation of a more robust and compact granule structure by strengthening the interparticle bonds and reducing the internal voids.

A conceptual model for the natural moistening of the granules has been proposed, wherein the penetration depth of moisture is estimated as a function of granule porosity and the Fourier number (Fo), as expressed in equation (12). By analyzing experimental data from earlier research [9-11], it is possible to determine how granule strength varies in response to changes in porosity. This relationship is crucial for understanding how internal structural modifications and processing conditions influence the mechanical properties of the granules.

$$\Delta = (0{,}008 + 9{,}6\varepsilon^5)^{-1} \quad (14)$$

with a correlation coefficient equal to $r^2 \approx 0.9421$. Figure 3 shows the variation in the strength of the granules depending on the porosity of the granules based on theoretical and experimental studies. In the same figure, the results of current investigations experimentally obtained for phosphorus fertilizers are presented. The summarized results in Figure 3 indicate that as an increase in the porosity of the granules, the strength decreases significantly. According to the analysis of theoretical and experimental results in Figure 3, it can be concluded that the equation (14) proposed in the work describes the experimental strength values more accurately than expressions (2) and (4).

Based on the results of Table 1 one can prepare a relation between porosity and concentration of the binding agent as:

$$\varepsilon = 0{,}38 - 0{,}4C_d + 0.64C_d^2$$
$$\Delta = 9.5 + 104.3C_d - 168.3C_d^2 \quad (14a)$$

with a correlation coefficient equal to $r^2 = 0.9525$. Here C_d –the additions concentration or total quantity of impurity (mass. %).

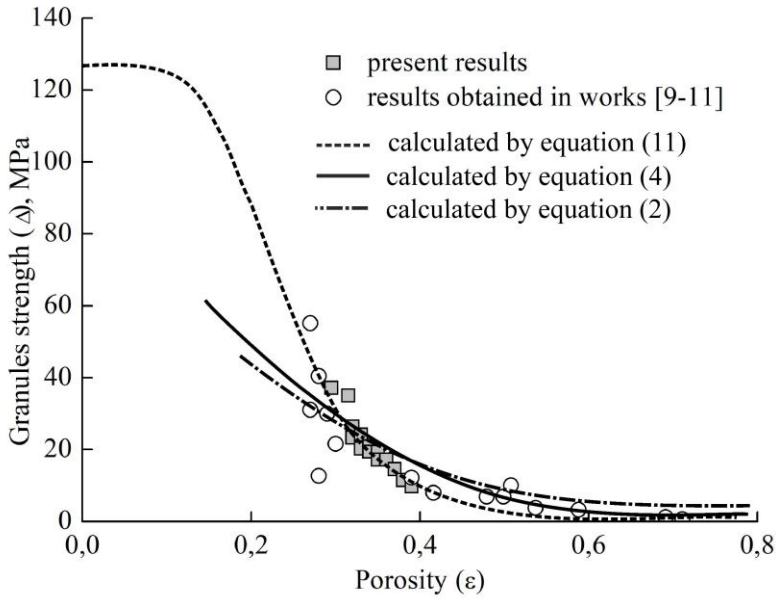


Fig. 3. Variation of granules strength to granules porosity based on theoretical and experimental studies.

A yield of the marketable qualitative product (granules with sizes ≈1-4 mm) and with a high degree of strength can be determined by the following formula [22]:

$$\boldsymbol{Q = Q_0 + f(\Delta, C_d)} \quad (15)$$

where $\boldsymbol{Q_0 = \frac{\pi \rho_g}{2} \int_{a_0}^{a_m} P(a)\, a^2 da}$ – the quantity of the worked-out granules with sizes $\boldsymbol{a_0 \le a \le a_m}$ ($a_0 \approx$ 1 mm, $a_m \approx$ 4 mm) without the use of additions, $\boldsymbol{P(a, t)}$ – the distribution function of granules by size and time. In the work of Kelbaliev and coauthors [22], the function

$P(a,t)$ that describes the evolution of the distribution function of granules in drum apparatus is determined based on the solution of the Fokker-Planck equation. The function $f(\Delta, C_d)$ determines the influence of the strength and concentration of additions to the total productivity of the apparatus. This expression can be represented in an empirical form based on experimental studies. In work [6] this expression is a non-linear function, which is expressed as $f(\Delta, C_d) = k\Delta^n$. However, in practice, obtaining any deterministic description of the yield dependence on the additions concentration or strength is very difficult [6]. Based on the results of Table 1 a yield of the marketable fraction can be approximated as:

$$Q = 37.2 + 441.0C_d - 1162.1C_d^2 + 715.6C_d^3 \quad (16)$$

The analysis of the data presented in Table 1 reveals that at lower ratios of powdered phosphorus fertilizers to moistening liquid (1:(0.10–0.20)), the use of additives becomes ineffective. This is attributed to an increase in the concentration of free P_2O_5, which ranges from approximately 2.80 to 3.27%. At these lower ratios, the ammonia component of the moistening liquid is insufficient to neutralize the free phosphoric acid. Furthermore, the amount of MnO and Al_2O_3 present is inadequate to ensure the proper consolidation of the granules. Conversely, at higher ratios of powdered phosphorus fertilizers to moistening liquid (1:(0.40–0.50)), granule formation deteriorates, leading to a significant reduction in the yield of the marketable product, as shown in Figure 4.

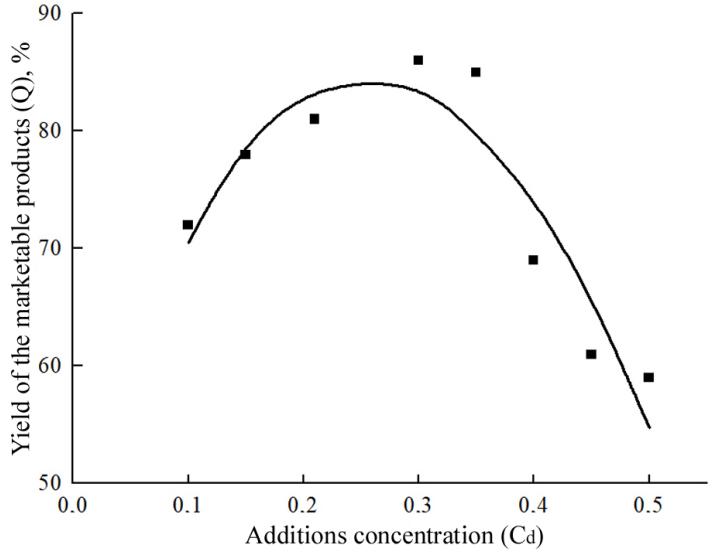


Fig. 4. The dependence of yield of the marketable products (*Q, %*) on additions concentration of binding liquid (C_d)

The experimental results indicate that the optimal yield of the marketable product, approximately 86–87%, is achieved when the ratio of powdered superphosphate to the moistening liquid is in the range of 1:(0.30–0.35). This ratio represents the most favorable condition for incorporating various additives, leading to the production of phosphorus fertilizer granules with excellent strength characteristics, around 25–26 MPa. Under these conditions, the granules exhibit a higher yield of the marketable product, characterized by increased strength and low porosity,

which consequently results in reduced moisture absorption capacity.

Conclusions

This study provides a comprehensive theoretical and experimental investigation into the granulation of powdered phosphorus fertilizers, utilizing a binder composed of a suspension of manganese oxides (MnO) and aluminum oxides (Al_2O_3) in ammonium hydroxide (NH_4OH). The research reveals that the addition of this intensifying compound significantly enhances the characteristics of the final granules, particularly by reducing their porosity and improving their mechanical strength. These improvements can be attributed to the incorporation of nitrogen and manganese into the superphosphate granules.

Through detailed theoretical calculations, the mass transfer dynamics associated with the moistening of the granules were addressed, establishing a clear relationship between the thickness of the moistening layer, granule strength, and their porosity. The study highlights that an increase in surface moisture content leads to the development of friability and a consequent reduction in granule strength. To mitigate the deterioration of granule strength during storage and ensure sustained mechanical integrity, it is critical to produce granules with a compacted structure, facilitated by specific additives in the binder.

The experimental findings corroborate these theoretical insights, demonstrating that the use of a moistening solution containing MnO, Al_2O_3, and NH_4OH in a ratio range of 1:(0.30-0.35) results in a significant enhancement of granule strength, reaching approximately 25-26 MPa. Additionally, this formulation enhances overall product quality by enriching the granules with essential nutrients - specifically nitrogen and manganese - thereby improving the functional efficacy of the fertilizer.

Nomenclature

a – [mm] size of granules;
b - coefficient of nature-dependent intensifiers;
C – [g/m³] moisture concentration;
C_d – [g/m³] additions concentration;
D_* – [m²/s] effective diffusion coefficient;
D_0 – [m²/s] molecular diffusion coefficient;
K – [m/s] mass-transfer coefficient;
$P(a,t)$ – distribution function of granules on sizes;
R – [m] radius of granules;
t – [s] time;
t_s - [s] amount of moisture transferred over time;
δ - moisture penetration depth;
Q – [%] yield of the marketable products;
ε – non-dimensional granules porosity;
Δ – [MPa] granules strength;
η_d – non-dimensional pore tortuosity coefficient of granules;

Fo- non-dimensional Fourier number;
Pe- non-dimensional Peclet number;
Sh- non-dimensional Sherwood number.

References

[1] R. Birudaraj, S. Goskonda, P.G. Pande. Granulation Characterization. In: Handbook of Pharmaceutical granulation Technology (2010).
[2] L.P. Firsova. Strength of granules on the basis of crystallosulfates of calcium sulfate. Vestnik Moscovskogo Universiteta. Khimiya. The Moscow University Bulletin. Chemistry (2000), 2 (15), 331–335.
[3] M.M.Samedov, R.E.Azizov, F.V.Yusubov, at el. Determination of phosphorus phase composition fertilizer produced by decomposition apatite concentrate with sulfuric acid in presence of intensifying additives. Bulletin of the Kuzbass State Technical University. 2024, №2, p.14-23
[4] B. Gómez, E. Gordo, E.M. Ruiz-Navas, J.M. Torralba. Influence of the chemical composition and particle size of the metal matrix, on TiCN-reinforced Fe-based composites. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering (2006), 17 (1), 57–62.
[5] G.I. Kelbaliev, V.M. Samedli, M.M. Samedov. Improvement of strength properties of granules with the aim of intensification of granulation process of powdery materials, Khim. Prom. Today (2009), 7, 4–7.
[6] G.I. Kelbaliev, V.M. Samedli, M.M. Samedov. Modelling of granule formation process of powdered materials by the method of rolling. Powder Technology (2009), 194, 87–94. doi.org/10.1016/j.powtec.2009.03.028
[7] D. Xin, B.R. Patterson, K.K. Chawla et al. Microstructure/hardness relationship in a dual composite. Journal of Material Science Letters (2002), 21, 707–709. doi.org/10.1023/A:1015733005094
[8] M.V. Tauk, N.V. Gorshkova, T.N. Cherkasova et al. Method of preparation of granulated calcium carbonate, (2007). Patent Russian №2005130084/15.
[9] G.I. Kelbaliev, V.M. Samedli, M.M. Samedov. Method of preparation of granulated superphosphate, (2010). Patent Azerbaijan, I 2010 0022/.
[10] E. Ryshkewitch. Compression Strength of Porous Sintered Alumina and Zirconia. Journal of the American Ceramic Society (1953), 36 (2), 65–68.
[11] H. Rumpf. The Strength of Granules and Agglomerates. Agglomeration, Interscience, New-York (1962).
[12] K. Kendall. Tribology in Particulate Technology. Bristol and Philadelphia: IOP Publishing Ltd (1987).
[13] Ch.N. Satterfield. Mass-transfer in heterogeneous catalysis, Khimiya, Moscow (1976).
[14] O.M. Flisyuk, V.F. Frolov, T. N. Shininov. Mathematical simulation of granulation process in a speed granulator. Theoretical Foundations of Chemical Engineering (2017), 51(4), 432–436. doi:10.1134/s0040579517040182
[15] E. Otto, R. Dürr, M. Przywara, D. Antos, A. Kienle. Population Balance Modelling of Pan Granulation Processes, Computer Aided Chemical Engineering (2021), 50, 965–970. doi.org/10.1016/B978-0-323-88506-5.50149-2

[16] R.F. Rodrigues, S.R. Leite, D.A. Santos, M.A.S. Barrozo. Drum granulation of single super phosphate fertilizer: Effect of process variables and optimization. Powder Technology (2017), 321, 251–258. doi:10.1016/j.powtec.2017.08.036
[17] P. Roy, M. Vashishtha, R. Khanna, D. Subbarao. Size-dependent coalescence kernel in fertilizer granulation—A comparative study. Particuology (2009), 7(6), 445–450. doi:10.1016/j.partic.2009.09.005
[18] A. A. Adetayo, J. D. Litster, M. Desai. The effect of process parameters on drum granulation of fertilizers with broad size distributions. Chemical Engineering Science (1993), 48, 3951–3961.
[19] G.I. Kelbaliev, M.R. Manafov. Mass transfer in the process of drying of porous materials. Journal of Engineering Physics and Termophysics (2009), 82 (5), 1–8. doi:10.1007/s10891-009-0270-1
[20] A.A. Hayaloglu, I. Karabulut, M. Alpaslan, G. Kelbaliyev. Mathematical modeling of drying characteristics of strained yogurt in a convective type dryer. Journal of Food Engineering (2007), 78, 109–117. doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.09.006
[21] A. Memmedov, G.I. Kelbaliyev, G.T. Alisoy. Solution of an inverse problem for mass transfer in a drying process in a magnetic field. Inverse Problems in Science and Engineering (2010), 8(5), 723–736. doi.org/10.1080/17415977.2010.492507
[22] G.I. Kelbaliev, V.M. Samedli, M.M. Samedov, R.K. Kasimova. Evolution of the Distribution Function of Granules in Drum Apparatus. Journal of Applied Chemistry (2010), 83(10), 1692–1697. doi.org/10.1134/S10704272101001

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0783

KƏTAN YAĞINA ƏSASLANAN SƏTHİ-AKTİV MADDƏLƏRİN SİNTEZİ VƏ XARAKTERİSTİKASI

L.İ.Əliyeva [1], A.R.Nəcəfli [2], M.M.Qurbanova [3], S.T.Əliyeva [4], İ.M.Mamedova [5]

Elm və Təhsil Nazirliyinin akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu
E-mail: leylufer-ipcp@rambler.ru , necefliayten7@gmail.com

Xülasə
Kətan yağından ayrılmış yüksək karboksilik turşular qarışığı, eləcə də fərdi linolen turşusu (C18:3) əsasında anion maddələrinin sintezi üzrə aparılmış tədqiqatların nəticələri təqdim olunur. Sintez olunmuş sulfo turşular əsasında kalium, natrium və kalsium duzları otaq temperaturunda 1÷2÷1 nisbətində əldə edilmişdir. Sintez olunmuş birləşmələr zəruri fiziki-kimyəvi, səthi aktiv funksional xassələri ilə xarakterizə olunur. Göstərilmişdir ki, maksimum səthi aktivlik sulfatlaşdırılmış linolen turşusunun natrium duzunda müşahidə edilir (kerosin-su interfeysində səthi gərginlik 37,77 mN/m-dən 3,27 mN/m-ə qədər azalır). Bu fakt, molekulları difilik quruluşa və iri karbohidrogen radikalına malik olan birləşmənin səthi aktivliyini təsdiqləyir. Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, kətan yağında olan polidoymamış yağ turşuları, eləcə də fərdi linolen turşusu əsasında sintez olunmuş duzlar müasir sənaye və ekoloji baxımdan effektiv və çevik səth aktiv maddələr kimi mühüm rol oynayır.
Açar sözlər: *səthi-aktiv maddələr, yağ turşuları, səthi gərginlik, duzlar.*

GİRİŞ

Məlum olduğu kimi, səthi aktiv maddələr (SAM) faza sərhədində cəmləşərək səthi gərginliyin azalmasına səbəb olur. Bu birləşmələrin tətbiq sahəsi olduqca genişdir: tekstil və dəri sənayesi, yuyucu vasitələr, kənd təsərrüfatı, neft sənayesi (neft hasilatı və neft emalı avadanlıqlarını müxtəlif korroziya tiplərindən qorumaq üçün), su səthlərinin neft və neft məhsulları ilə çirklənmədən təmizlənməsi, tikinti və s. [1]. Bütün səthi aktiv maddələr dörd sinfə bölünür: anionik, kationik, ionlaşmayan və amfolitik. Anionik səthi aktiv maddələr bütün istehsal olunan SAM-ların 70%-dən çoxunu təşkil edir və onlardan ən vacibi alkilbenzen sulfonatlardır.

Səthi aktiv maddələrin seçilməsinin əsas kriteriyalarından biri onların funksional xüsusiyyətləri, digəri isə ekoloji tələblərin daim artmasıdır [2]. Səthi aktiv maddələrin ekoloji xüsusiyyətləri üç qrupa bölünə bilər: 30%-dən az bioparçalanan və ya parçalanmayanlar; 80%-dən çox bioparçalananlar; tamamilə parçalanaraq ən sadə qeyri-üzvi birləşmələrə çevrilənlər [3]. Bütün səthi aktiv maddələrin ümumi xüsusiyyəti onların difilik quruluşa malik olmasıdır ki, bu da onların səthi gərginliyi azaltmaq qabiliyyətini müəyyən edir. Anionik səthi aktiv maddələrin (ASAM) hidrofob hissəsi adətən doymuş və doymamış alifatik və alkilaromatik zəncirlərdən ibarətdir, hidrofillik isə müxtəlif funksional qrupların mövcudluğu ilə təmsil olunur. 10–20 karbon atomu olan uzun karbohidrogen zəncirinə malik səthi aktiv maddələr mitselalar əmələ gətirmək qabiliyyətinə malikdir. Anionik səthi aktiv maddələr hidrofob və hidrofil hissələr arasında optimal nisbətlə (HLB təqribən 7) xarakterizə olunur [4].

Polar həlledicidə, məsələn, suda mitselalar əmələ gəldikdə, səthi aktiv maddə molekullarının karbohidrogen zəncirləri sıx karbohidrogen nüvə şəklində birləşir, hidratlaşmış

qütblü qruplar isə su fazasına baxan hidrofil qabıq əmələ gətirir. Bu amfilik birləşmələr metal səthində adsorbsiya olunaraq qoruyucu qat əmələ gətirə və kritik konsentrasiyaları yaxınlığında korroziya sürətini azalda bilərlər [5].

Bitki yağlarının tərkibində olan təbii karboksilik turşular səthi aktiv maddələrin sintezində ənənəvi xammal növlərindən biridir. Bitki yağları əsasən düz zəncirli, cüt karbon atomlu (əsasən C16 və C18) yüksək doymuş və doymamış yağ turşularının trigliserid qarışığından ibarətdir (94–96%).

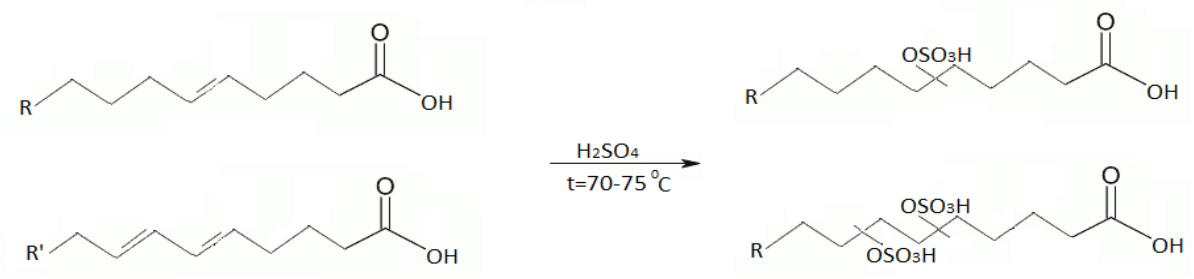
Biz kətan yağında olan polidoymamış yağ turşuları, eləcə də fərdi linolen turşusu əsasında duzlar sintez etmişik və sintez olunmuş bu duzlar müasir sənaye və ekoloji baxımdan effektiv və çevik səth aktiv maddələr kimi mühüm rol oynayır. Bu duzların bir neçə əsas funksional xususiyyəti var: səthi gərginliyinin azaldılması, emulqator xüsusiyyətləri, antikorroziv xüsusiyyətlər, yüksək bioloji uyğunluq,səth aktivliyinin artırılması [6].

EKSPERİMENTAL HİSSƏ

Anionik səthi aktiv maddələr əldə etmək üçün kətan yağından (LO) ayrılmış turşu qarışıqları, eləcə də üç ayrılmış qoşa rabitəyə malik monobazik karboksilik turşu olan fərdi linolen turşu (LA) istifadə edilmişdir. Məlum olduğu kimi, kətan yağının tərkibində doymamış yağ turşularının (FA) miqdarı olduqca yüksəkdir (90%-dən çox) və bu miqdarın təxminən 70%-ni çox doymamış turşular təşkil edir: $C_{17}H_{33}COOH$ – olein turşusu, $C_{17}H_{31}COOH$ – linol turşusu, $C_{17}H_{29}COOH$ – linolen turşusu, eləcə də palmitin turşusu. [7].

Doymamış yağ turşularının qarışığını əldə etmək üçün linolen turşusunun sabunlaşma prosesi həyata keçirilmiş və sonra HCl (20%-lik sulu məhlul) ilə işlənmişdir. Hidroliz prosesi zamanı yağın tərkibində olan triqliseridlər natrium sabunlarına çevrilir və yan məhsul kimi qliserin əmələ gəlir.

Kətan yağından dan ayrılmış turşu qarışığı, eləcə də fərdi linolen turşusundan seyrəldilmiş sulfat turşusu ilə sulfatlaşdırılmışdır. Sulfatlaşdırma prosesi zamanı funksional $–OSO_2OH$ qrupunun molekula daxil edilməsi 70-75°C temperaturda 4-5 saat ərzində baş verir. Qeyd etmək lazımdır ki, kətan yağından dan ayrılmış yağ turşularının sulfatlaşdırılması zamanı sulfo qrupu (-O-SO_3H) birbaşa qoşa rabitə sahəsinə birləşir [8].



Polidoymamış yağ turşularının sulfo törəmələrinin bəzi fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri analitik olaraq müəyyən edilmişdir [9]. Sintez olunmuş sulfo turşular əsasında kalium, natrium və kalsium duzları otaq temperaturunda 1÷2:1 nisbətində əldə edilmişdir. Kalium və natrium duzlarını əldə etmək üçün müvafiq metal hidroksidləri 1:1 nisbətində istifadə edilmişdir.Kalsium duzunun əldə edilməsi üçün isə 10%-lik kalsium xlorid məhlulu 2:1 nisbətində istifadə olunmuşdur. Sulfo turşularının kalsium duzu suda həll olmur.

Cədvəl 1 linolen turşusu əsasında səthi aktiv maddə nümunələrinin elementar və kimyəvi

tərkibini, cədvəl 2 isə kətan yağından ayrılmış yağ turşuları əsasında duzların xüsusiyyətlərini göstərir. Səthi aktiv maddənin elementar və kimyəvi tərkibi Yaponiyanın Horiba XGT-7000 seriyalı rentgen mikroskopu vasitəsilə müəyyən edilmişdir.

Cədvəl 1. Linolen turşu (LA) əsasında səthi aktiv maddə nümunələrinin elementar və kimyəvi tərkibi.

Nümunələrin adı	Elementar və kimyəvi tərkib (wt.%)					Sıxlıq. g/m^3
	Na	K	Ca	SO_3	*C	
Na duzu	14.5	-	-	34.7	50.8	0.951
K duzu	-	15.1	-	43.8	47.4	0.964
Ca duzu	-	-	11.7	36.5	51.7	0.971

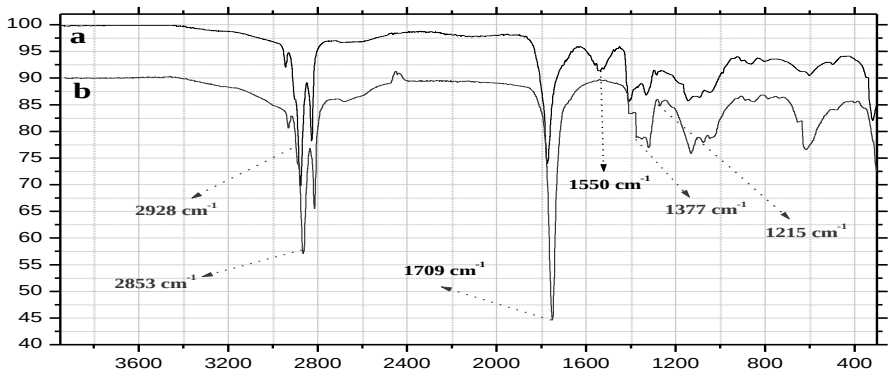
Cədvəl 2. Kətan yağı (LO) əsasında ayrılmış yağ turşularına əsaslanan duzların xüsusiyyətləri.

Ad	Struktur	Sıxlıq. g/cm^3	Donma temperaturu. ºC
Kalium duzu Sintetik Yağ Turşusu	R-$(CH_2)_n$-$CH_n(OSO_3K)$-COOK	0.953	+1
Natrium duzu Sintetik Yağ Turşusu	R-$(CH_2)_n$-$CH_n(OSO_3Na)$-COONa	0.982	-19
Kalsium duzu Sintetik Yağ Turşusu	R-$(CH_2)_n$-$CH_n(OSO_3Ca)$-COOCa	0.952	-20

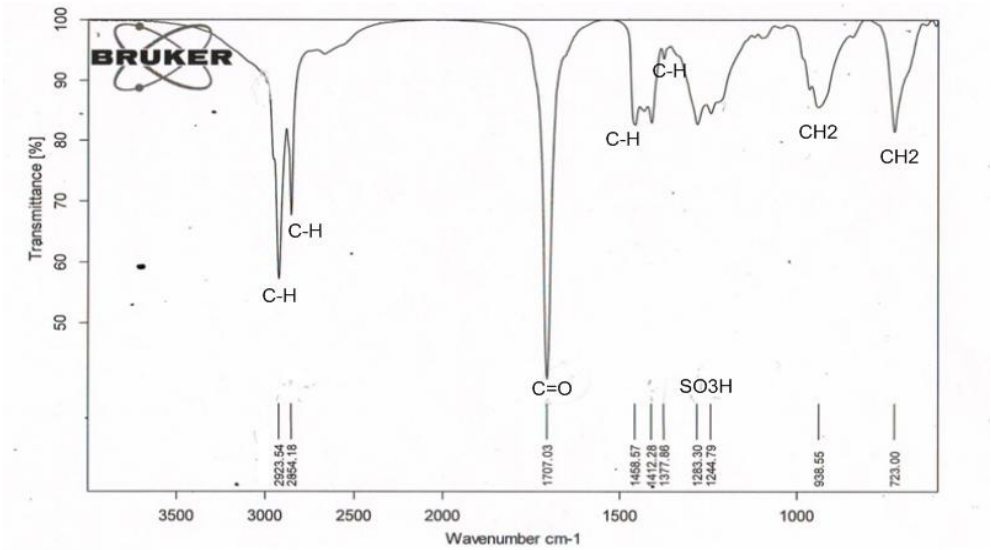
NƏTİCƏLƏR VƏ MÜZAKİRƏLƏR

Kətan yağındandan izolyasiya edilmiş yağ turşularının struktur xüsusiyyətləri, həmçinin sulfatlaşdırılmış turşu qarışıqları və fərdi linolen turşusunun spektral metodlar (IR, NMR) istifadə edilərək tədqiq edilmişdir. Spektrlardan (şəkil 1,2) göründüyü kimi, kətan yağından dan izolyasiya edilmiş yağ turşularının udulma zolaqları aşağıdakılara uyğundur: 721 sm-1 CH2 qrupunun pendulum vibrasiyaları, 913 və 967 sm-1 ikili rabitənin udulma zolaqları, 1098 sm-1 O-H rabitəsinin deformasiyası vibrasiyaları (şəkil 1).

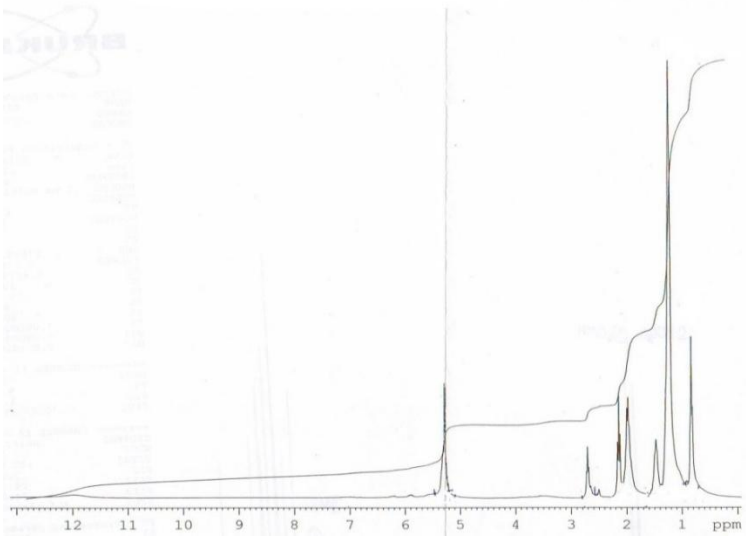
Şəkil 2-də sulfatlaşdırılmış linolen turşusunun IR spektri göstərilmişdir. Burada 723 və 938 sm^{-1} dalğa uzunluqlarında CH_2 qrupunun vibrasiyalarına uyğun gələn udma zolaqları açıq şəkildə görünür. 1244, 1283 və 1412 sm^{-1} dalğa uzunluqları isə R-O-SO_2-OR və SO_3H qruplarının vibrasiyalarına aiddir. 1377 sm^{-1}-dəki pik SO qrupuna məxsusdur. 1550 sm^{-1}-dəki pik isə bu şəkildə yoxdur, çünki LA-nın sulfatlaşma prosesi tam başa çatmışdır.



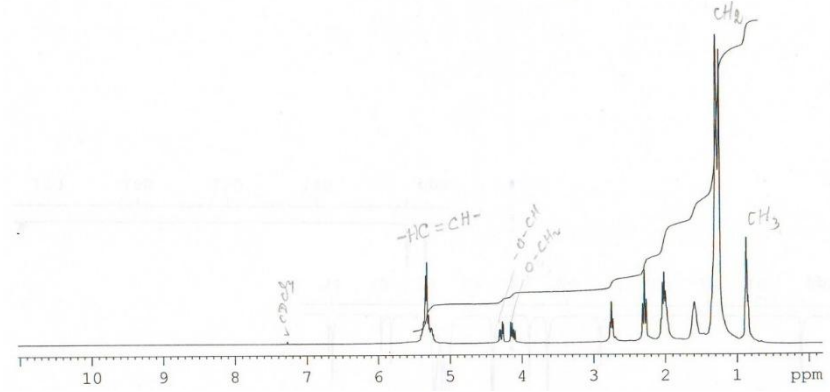
Şəkil 1. Kətan yağından (LO) izolyasiya edilmiş ilkin yağ turşuları qarışığının IR spektri (a) və sulfatlaşdırılmış qarışığın IR spektri (b) göstərilmişdir.



Şəkil 2. Sulfatlaşdırılmış linolen turşusunun IR spektri.



Şəkil 3. Sulfatlaşdırılmış linolen turşusunun NMR H^1 spektri



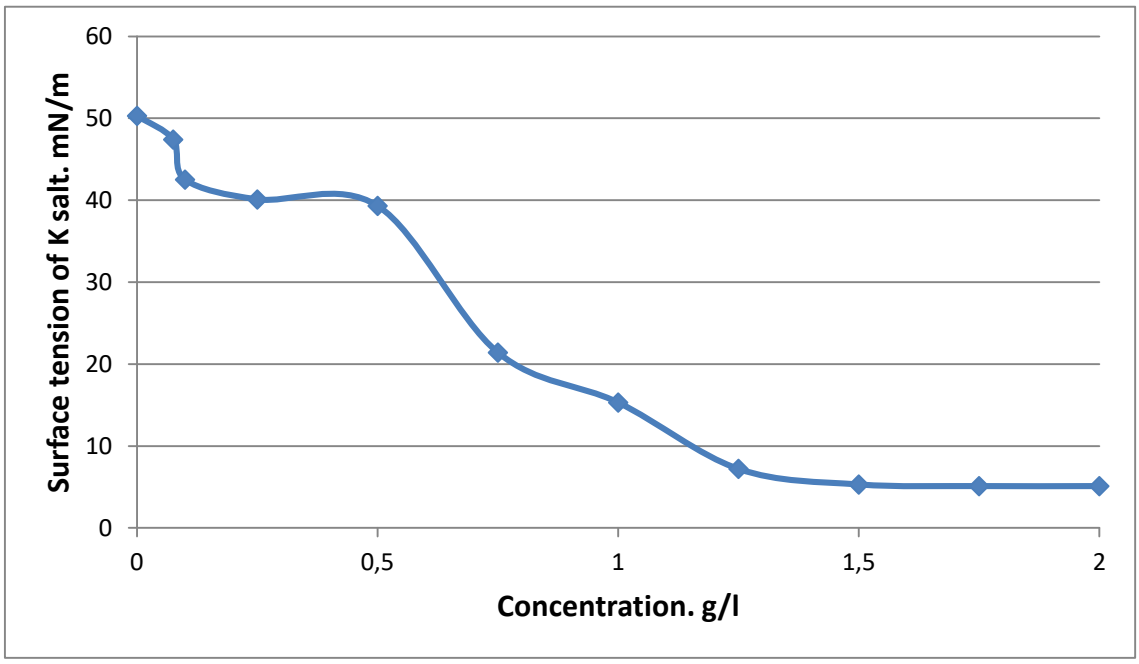
Şəkil 4. Kətan yağından izolyasiya edilmiş yağ turşularının NMR H^1 spektri göstərilmişdir

Alınan səthi aktiv maddələrin kolloid-kimyəvi xüsusiyyətlərini öyrənmək üçün **Na və K** Linolen turşu əsaslı sulu məhlulları (0.05-dən 2.0 g/l-ə qədər) hazırlanmışdır. Cədvəl 3-dən əldə edilən məlumatlara əsasən, **konsentrasiya artdıqca səthi gərginliyin azaldığı** müşahidə edilir. **Ən yüksək səthi aktivlik** sulfatlaşdırılmış linolen turşusunun **natrium duzunda** müşahidə olunur (kerosin-su interfeysində səthi gərginlik 37.77 mN/m-dən 3.17 mN/m-ə qədər azalır,şəkil 4).

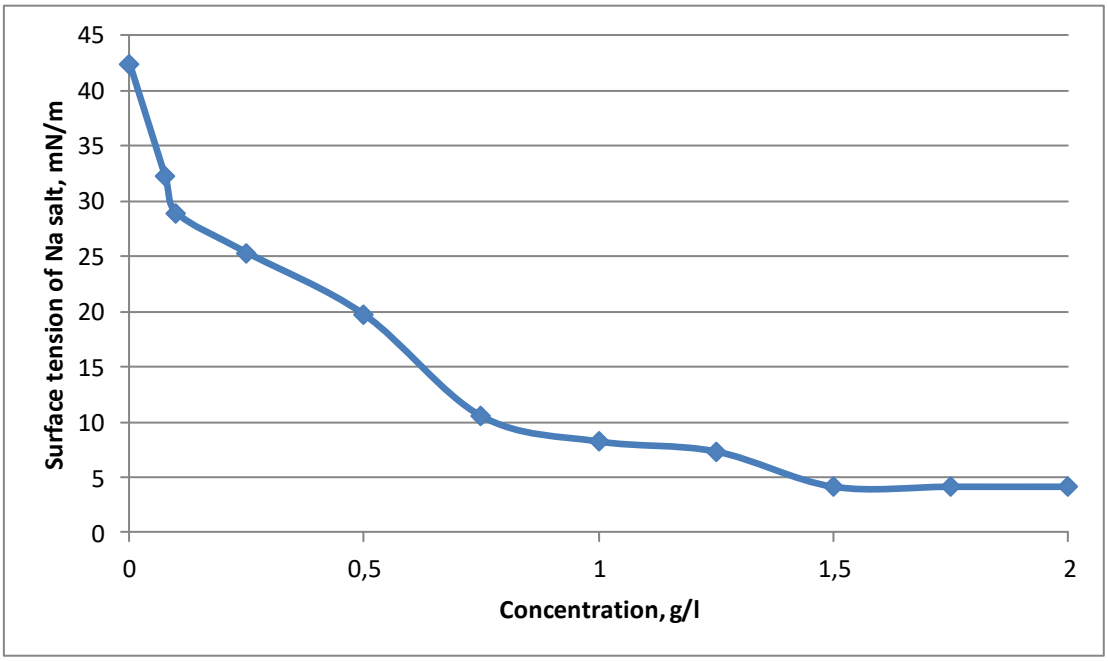
Bu fakt, bu birləşmənin səthi aktivliyini göstərir, çünki molekullarının diphilik strukturu var və böyük bir **hidrokarbon radikalını** ehtiva edir. Alınan səthi aktiv maddələr **ionogen** xarakter daşıyır, çünki temperaturun artması ilə onların həllolunma qabiliyyəti artır, buna görə də fiziki-kimyəvi göstəricilər dəyişir [10].

Cədvəl 3. Linolen turşu əsaslı sintetik yağ turşusunun Na və K duzlarının sulu məhlullarının səthi gərginliyi.

Volume ml	Concentration. g/l	Surface tension of Na salt. mN/m	Surface tension of K salt. mN/m
0.5	0.05	42.4	50.3
0.75	0.075	32.3	47.4
1.0	0.1	28.9	42.5
2.5	0.25	25.3	40.1
5.0	0.5	19.7	39.3
7.5	0.75	10.5	21.4
10.0	1.0	8.2	15.3
12.5	1.25	7.3	7.2
15.0	1.5	4.11	5.3
17.5	1.75	4.10	5.1
20.0	2.0	4.10	5.1



Şəkil 3. Səthi aktiv maddə məhlullarının (linolenik turşu əsasında kalium duzu) səthi gərginliyinin onların konsentrasiyasından asılılığı.



Şəkil 4. Səthi aktiv maddə məhlullarının (linolen turşu əsasında natrium duzu) səthi gərginliyinin onların konsentrasiyasından asılılığı

NƏTİCƏ

Beləliklə, aparılan tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki,kətan yağında olan polidoymamış yağ turşuları, eləcə də fərdi linolen turşusu əsasında sintez olunmuş duzlar müasir sənaye və ekoloji baxımdan effektiv və çevik səth aktiv maddələr kimi mühüm rol oynayır. Bu duzların səth aktiv maddə (SAM) kimi əhəmiyyəti bir neçə əsas funksional xüsusiyyətə əsaslanır:

1. **Səth Gərginliyinin Azaldılması:** Bu duzlar, səth gərginliyini azaldaraq mayelərin birləşməsini və daha yaxşı qarışmasını təmin edir. Məsələn, linolen turşusunun sulfatlanmış natrium duzu kerosin-su interfeysində səth gərginliyini əhəmiyyətli dərəcədə azaldır (37.77 mN/m-dən 3.27 mN/m-ə). Bu, duzların, xüsusilə də su və qeyri-su olan maddələr arasında (məsələn, neft və su) daha effektiv qarışma yaratmasına imkan verir.
2. **Emulqator Xüsusiyyətləri:** Bu duzlar, mayeləri emulqasiya edərək, onların bir-biri ilə qarışmasını təmin edir. Bu, suyun və yağların birləşdirilməsi, xüsusilə texnologiyada (neft və su qarışıqları, kosmetik məhsullar, təmizləyici maddələr və s.) mühüm rol oynayır.
3. **Antikorroziv Xüsusiyyətlər:** Bu duzlar həmçinin metal səthlərindəki korroziyaya qarşı mübarizədə effektiv ola bilər. Onlar metal səthində qoruyucu bir təbəqə yaradır və metalın oksidləşməsini və paslanmasını azaldır.
4. **Yüksək Bioloji Uyğunluq:** Linolen turşusunun əsas komponentləri bioloji olaraq parçalanabiləndir, yəni ətraf mühitə zərər vermədən istifadə edilə bilər. Bu, onları təmizləyici və ekoloji cəhətdən dost materiallar kimi dəyərləndirir.
5. **Səth Aktivliyinin Artırılması:** Bu maddələr, hidrokarbon radikalı və diphilik quruluşu sayəsində yüksək səth aktivliyinə malikdirlər. Bu, onlara həm su, həm də qeyri-su mühitlərində fəaliyyət göstərmə qabiliyyəti verir və onları daha çox sənaye tətbiqləri üçün əlverişli edir.

Bu səbəblərdən, linolen turşusunun sulfatlanmış duzları, xüsusilə müasir sənaye və ekoloji

baxımdan effektiv və çevik səth aktiv maddələr kimi mühüm rol oynayır.

ƏDƏBİYYAT

1. Abbasov V.M., Ismailov T.A., Aliyeva L.I., Rzayeva N.S., Agamalieva G.T., Pashayeva N.G., Shirinov P.M. Synthesis of anionic surfactants based on cottonseed oil and their study as anti-corrosive reagents of complex action. Processes of Petrochemistry and Oil Refining. 2015. Vol.16. No.4(64). pp. 299-311.
2. Abbasov V.M.. Hany M. Abd El-Lateef. L. I. Aliyeva. I. T. Ismayilov. Mai M. Khalaf. Inhibitive performance of sulfated fatty acid sodium salt as corrosion inhibitor for carbon steel in CO2 -saturated solutions// Scientific Works - Fundamental Sciences. 2012 No. 2 volume X (42) p. 176-183.
3. Abd El-Lateef. H.M.; Abbasov. V.M.; Aliyeva. L.I.; Ismayilov. T.A.: Corrosion protection of steel pipelines against CO_2 corrosion—a review. Chem. J. 2. 52–63 (2012).
4. Abbasov V.M.. Aliyeva L.I.. Asadov Z.H.. Rahmanov E.V.. Nazarov I.G. Study of biodegradability of monoactive surfactants based on polyunsaturated fatty acids. Khimiya v interesakh ustoichivogo razvitiya. 2014. Vol. 29. pp. 107-114.
5. Atta. A.M.. El-Mahdy. G.A.. Allohedan. H.A.. and Elsaeed. S.M.. Application of nonionic surfactants based on rosin as corrosion inhibitor for tubing steel during acidization of petroleum oil and gas wells. *Int. J. Electrochem. Sci.*. 2015. vol. 10. p.8.
6. Al-Amiery A.A.. Isahak W.N.R.W.. Al-Azzawi W.K. Corrosion inhibitors: natural and synthetic organic inhibitors. Lubricants. 2023. Vol.11. Article ID 174.
7. Ardakani E K.. Kowsari E.. Ehsani A.. Ramakrishna S. Performance of all ionic liquids as the eco-friendly and sustainable compounds in inhibiting corrosion in various media: a comprehensive review. Microchem J. 2021. Vol. 165. Article ID 106049.
8. Clover. D.; Kinsella. B.; Pejcic. B.; De Marco. R.: The influence of microstructure on the corrosion rate of various carbon steels. J. Appl. Electrochem. 35. 139–149 (2005).
9. Dourna A.. Niyaz M.M.. Mokhtar A. Effect of nonionic co-surfactants on corrosion inhibition effect of cationic gemini surfactant. Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects. 2010. Vol.355. pp.183-186.
10. Fouda. A.S.. Zaki. E.G.. and Khalifa. M.A.. Some new nonionic surfactants based on propane tricarboxylic acid as corrosion inhibitors for low carbon steel in hydrochloric acid solutions. *J. Bio- Tribo-Corros.*. 2019. vol. 5. no. 2. p. 1.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0790

SEDIMENTATION OF HEAVY OILS DURING FLOW IN PIPES

Sakit Rasulov[1], Gulshan Mustafayeva[2], Mehri Nematova[3], Fatma Shikhieva[4], Nigar Abdullayeva[5]

[1]professor, Head of the Department "Industrial Safety and Labor Protection", Azerbaijan State Oil and Industrial University, Baku, Azerbaijan, rasulovsakit@gmail.com, https:orcid.org/0000-0002-1548-3143]
[2]associate professor, "Industrial Safety and Labor Protection", Azerbaijan State Oil and Industrial University, Baku, Azerbaijan, gulsen190777@gmail.com, https:orcid.org/0000-0001-7254-796X]
[3] Lecturer of the Department "Industrial Safety and Labor Protection", Azerbaijan State Oil and Industrial University, Baku, Azerbaijan, mehri.nematova81@gmail.com, https:orcid.org/0009-0002-3016-6485]
[4] Lecturer of the Department "Industrial Safety and Labor Protection", Azerbaijan State Oil and Industrial University, Baku, Azerbaijan, fatmashikhieva9981@gmail.com, https:orcid.org/0000-0003-2686-3659]
[5]Lecturer of the Department "Industrial Safety and Labor Protection", Azerbaijan State Oil and Industrial University, Baku, Azerbaijan, ngrabdullayeva@gmail.com, https:orcid.org/0009-0007-8253-2084]

Abstract

Heavy oil's high viscosity, non-Newtonian behavior, and propensity for heavy fractions like asphaltenes, paraffins, and resins to precipitate make pipeline transit extremely difficult. greater pressure drop, partial or total blockages, and greater maintenance expenses can all result from these precipitates. Optimizing pipeline operations and enhancing flow assurance need an understanding of the mechanisms underlying precipitation, aggregation, and deposition.

With an emphasis on phase separation and solid deposition dynamics, this study examines how heavy oil flows under various temperature, pressure, and shear conditions. Precipitation patterns and flow constraints are analyzed using a combination of computational and experimental methods. While computational fluid dynamics (CFD) simulations offer insights into temperature gradients, shear-induced deposition, and multiphase flow interactions, laboratory-scale pipeline models are utilized to replicate real-world conditions. Thermodynamic modeling is also used to forecast when precipitation will begin and evaluate how operational parameters and oil content affect deposition patterns.

According to the results, precipitation starts at crucial temperature and pressure thresholds and gradually builds up solid deposits, which lower pipeline capacity. A number of mitigation techniques being investigated, such as pipeline modifications intended to reduce deposition, chemical dispersants, and thermal treatments. It is emphasized that real-time monitoring systems and predictive modeling are crucial instruments for the early identification and avoidance of precipitation-related problems.

This study aids in the creation of more effective flow assurance techniques by offering a thorough examination of the impact of precipitation on heavy oil flow. For areas with substantial heavy oil reserves, where transportation process optimization is essential for operational and economic sustainability, the findings are especially pertinent. The efficiency and dependability of heavy oil pipeline systems can be greatly increased by putting modern monitoring and mitigation strategies into practice.

Key words: non-Newtonian oil, modeling, precipitation, heavy oil

Introduction

Because of its high viscosity, complicated rheological behavior, and propensity for heavy fractions to precipitate under particular flow conditions, heavy oil transportation is a major difficulty in the oil business. Heavy oil's asphaltenes, waxes, and resins have a tendency to precipitate and stick to pipeline inner walls, creating deposits that lower flow efficiency and raise operating expenses. Specialized transportation techniques are needed to maintain flow efficiency since many heavy oil reservoirs are found at vast depths and contain large quantities of heavy components [1].

Bingham plastic or power-law models are frequently used to describe the non-Newtonian flow behavior of heavy oil, which means that temperature and shear stress affect the viscosity of the oil. Developing hydrodynamic models that explain how precipitation affects pipeline performance requires an understanding of the rheological characteristics of heavy oil flow.

The pipeline's total transport capacity is decreased as deposits build up because the pipeline's effective diameter shrinks, increasing resistance and pressure drop.

Several methods can be employed to mitigate the effects of precipitation:

- **Thermal treatment**: Raising the temperature to reduce viscosity and dissolve solid deposits.
- **Chemical inhibitors**: Adding dispersants to prevent asphaltene and wax precipitation.
- **Pipeline design optimization**: Modifying pipeline surface properties to minimize adhesion and accumulation of solid deposits [2-4].

Asphalt-resinous materials and solid-phase particles are deposited on the inside of the pipes when heavy oil flows through them. A layer of deposits forms on the pipe's surface as a result of particle deposition, and this layer keeps expanding and getting compressed by the normal component of pressure [4-7]. The rheological characteristics of heavy oils and the development of a dense layer on the surface are greatly influenced by the quantitative presence of asphaltenes and resins because of their high energy of adhesion and cohesion. Because of the increased effective viscosity of the medium, the high capacity to form coagulation structures and aggregates leads to the degradation of the hydrodynamic properties of non-Newtonian oil flow up to zero flow velocity. Particles from heavy oil can sediment using three different mechanisms: diffusion (for a vertical surface), gravity (for a horizontal surface), and diffusion-gravitational. The development of a thick layer on the pipe's inner surface has a major impact on the flow's rheological structure, hydrodynamics, and mass and heat transmission [1-5, 8].

Experimental part

The Bingham rheological equation $\tau = \tau_0 + \eta_C \dot{\gamma}$ for the stationary case in cylindrical coordinates, which describes the hydrodynamic equation for the flow of viscous-plastic oil in a pipe, will be shown as follows:

$$\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial V}{\partial r}\right) = \frac{1}{\eta_C}\frac{\partial P}{\partial x} \quad (1)$$

Figure 1 shows the boundary conditions for the viscous-plastic oil flow in the pipe.

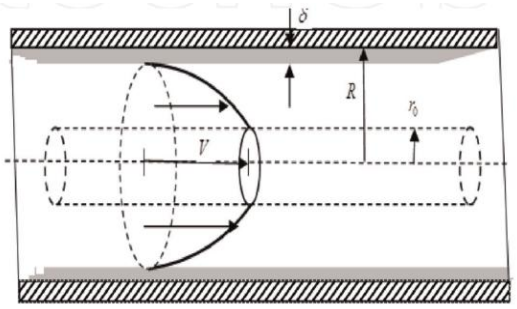


Figure 1. Velocity distribution of a viscous-plastic fluid over a pipe section.

$$r = R,\ \tau < \tau_0,\ \tau = \tau_0 + \eta_C \frac{\partial V}{\partial r} = 0, V = 0 \tag{2}$$

$$r = R,\ \tau > \tau_0,\ \tau = \tau_0 + \eta_C \frac{\partial V}{\partial r} \neq 0, V = 0 \tag{3}$$

Integrating condition (2), we have:

$$V = -\frac{\tau_0}{\eta_C} R \tag{4}$$

Integrating condition (3), we obtain:

$$V = \frac{\tau_0}{\eta_C} R \left(1 - \frac{\tau}{\tau_0}\right) \tag{5}$$

Integrating expression (1) twice, we obtain:

$$V = -\frac{1}{4\eta} \frac{\partial P}{\partial x} r^2 + A \tag{6}$$

Here, A is the integration coefficient equal to for the first boundary condition

$$A = \frac{1}{4\eta_C} \frac{\partial P}{\partial x} R^2 - \frac{\tau_0}{\eta_C} R \tag{7}$$

and for the second boundary condition

$$A = \frac{1}{4\eta} \frac{\partial P}{\partial x} R^2 - \frac{\tau_0}{\eta} R \left(1 - \frac{\tau}{\tau_0}\right) \tag{8}$$

As a result of solving the hydrodynamic Eq. (1) for a viscous-plastic fluid described by the expression in a pipe with boundary conditions (2) and (6) and assuming that, taking into account (6)–(8), in the simplest case, we obtain the following distribution for the flow velocity (Figure 1)

$$V(r) = \frac{\Delta P R^2}{4\eta_C l} \left(1 - \frac{2l}{R} \frac{\tau_0}{\Delta P}\right), r < r_0$$

$$V(r) = \frac{\Delta P R^2}{4\eta_C l} \left[1 - \frac{r^2}{R^2} - \frac{4l}{R} \frac{\tau_0}{\Delta P} \left(1 - \frac{r}{r_0}\right)\right], r_0 \leq r < R \tag{9}$$

where l is the pipe length and r0 is the plug radius. For the case of the formation of a dense layer of particles on the inner surface of the pipe with a thickness of δ, which is typical for the flow of viscous oil and, assuming that $R = R_0\beta, \beta = 1 - \delta/R_0$ (δ is the thickness of the sediment layer), then these expressions (9) for the quasi-stationary case will be presented as:

$$V(r) = \frac{\Delta P R_0^2 \beta^2}{4\eta_C l} \left(1 - \frac{2l}{R_0\beta} \frac{\tau_0}{\Delta P}\right), r < r_0$$

$$V(r) = \frac{\Delta P R_0^2 \beta^2}{4\eta_C l} \left[1 - \frac{r^2}{R_0^2\beta^2} - \frac{4l}{R_0\beta} \frac{\tau_0}{\Delta P} \left(1 - \frac{r}{r_0}\right)\right], r_0 \leq r < R_o\beta \tag{10}$$

It should be noted that if $\beta = 1$, then the thickness of the deposits is absent, and if $\beta = 0$, then $\delta = R_0$; there is a complete blockage of the pipe and the flow velocity $V(r) \to 0$, that is, carrying capacity is reduced to almost zero.

This distribution of velocities in hydrodynamics is called the "structural regime of motion." The volumetric flow rate of viscous-plastic oil over the pipe section is determined as:

$$Q = \frac{\pi R^4 \Delta P}{8 l \eta_C}\left(1 - \frac{4}{3}\frac{r_0}{R} + \frac{1}{3}\frac{r_0^4}{R^4}\right) \quad (11)$$

As a result of the formation of a dense layer on the inner surface of the pipe, assuming that $R = R_0\beta$ you can write:

$$Q = \frac{\mu R_0^3 \beta^3 \Delta P}{8 l \eta_C}\left(1 - \frac{4}{3}\frac{r_0}{R_0\beta} + \frac{1}{3}\frac{r_0^4}{R_0^4\beta^4}\right) \quad (12)$$

According to this equation, the volume flow of oil reduces as the thickness of deposits on the pipe's inner surface increases, which is equivalent to a drop in β. Therefore, the fluid flow similarly tends to zero when the pipe segment is completely blocked. The following criteria must be met for a Bingham fluid to change from a structural flow to a turbulent regime:

$$Re_{cr} = \frac{1-4\alpha+\alpha^4}{24\alpha} He, \qquad He = 16800\,\frac{\alpha}{(1-\alpha)^2} \quad (13)$$

Or you can write

$$Re_{cr} = 700\,\frac{2+(1+\alpha)^2}{1-\alpha} \quad (14)$$

Here, $Re_{cr} = V_{cr}\, d/\nu_c$ – is the critical Reynolds number, $He = \tau_0\, d^2/\nu_c$ – is the Hedstrom number, and $\alpha = \tau_0/\tau_R$, τ_R is the shear stress on the pipe wall with a diameter equal to d. In the presence of a dense layer on the inner surface of the pipe, one can write $= He_0\beta^2$, that is, as the thickness of the deposits grows, the intensity of turbulence decreases. For some oils, power-law of flow is observed $= k\dot{\gamma}^n$, for which one can write:

$$Re = \frac{8}{k_0}\left(\frac{n}{6n+2}\right)^n \rho_c d^n V^{2-n} = Re_0\beta^{3n-4} \quad (15)$$

Thus, the transition from a structural flow regime to a turbulent one occurs at certain values of stress τ and dimensionless deposit thickness β, and, if $n > 1$ the turbulence intensity decreases as the thickness increases and, conversely, at $n \le 1$ – the turbulence intensity increases.

Conclusion

This study examined in detail how precipitation and solid-phase particle deposition affect the flow of heavy oil in pipelines. The buildup of asphaltenes, resins, and waxes on the pipe's inner surface causes a thick layer of deposit to form, which drastically changes the flow dynamics and raises the pressure drop, lowers the flow capacity, and may cause clogs. This study offers a thorough analysis of the processes that control particle deposition, including as diffusion, gravity, and diffusion-gravitational effects, as well as how these processes affect the fluid's rheological and hydrodynamic characteristics.

Based on the Bingham rheological model, the generated hydrodynamic equations showed

how the distribution of flow varies with deposit thickness and how the accumulation of this layer can ultimately result in a total stoppage of flow. The study also found that when the deposit layer thickens, the volumetric flow rate falls, and as the pipe gets completely clogged, the flow tends to zero.

The study looked at a number of methods, including heat treatment, chemical additions, and pipeline design changes, to lessen the effects of precipitation. These methods can greatly improve flow assurance and lower the maintenance expenses related to heavy oil transportation when paired with predictive modeling and ongoing monitoring.

Additionally, under specific circumstances, the shift from a structural flow regime to a turbulent flow regime was investigated, with consequences for the overall stability of the flow and the severity of turbulence. The study demonstrated that the turbulence intensity is directly influenced by the thickness of the deposited layer, which in turn affects the flow regime and flow assurance techniques.

All things considered, the results offer insightful information for improving heavy oil transportation, guaranteeing more dependable, sustainable, and effective pipeline operations. These findings are especially helpful for areas with significant heavy oil reserves, where sustaining an efficient flow and reducing operational disruptions are essential to long-term economic sustainability.

References

1. Gudrat Isfandiyar Kelbaliev, Manaf Rizvan Manafov, Fatma Rashid Shikhieva, “Rheology of a viscous-plastic liquid in a porous medium”, *Open Journal of Fluid Dynamics*, 13, 16-31, 2023.
2. Гудрат Исфандияр Келбалиев, Сакит Рауф Расулов, Манаф Ризван Манафов, Фатьма Рашид Шихиева. "Осаждение частиц в неньютоновской нефти." *Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса* 2, no. 128, 45-51, 2022.
3. Manaf Rizvan Manafov, Fatma Rashid Shikhieva, Казым Матиев, Вафа Имран Керимли, “ Study of the effect of asphaltene-resinous compounds on the separation of oil emulsions”, *Azerbaijan Chemical Journal*, 2, 18-27, 2022.
4. Келбалиев Г.И. Реология структурированных нефтяных дисперсных систем / Г.И.Келбалиев, Д.Б.Тагиев, С.Р.Расулов, Г.Р.Мустафаева, В.И.Керимли // Теоретические основы химической технологии, – 2017. том 51, № 5, – с. 582–588
5. Manaf Rizvan Manafov, Sakit Rauf Rasulov, Fatma Rashid Shikhieva, Vafa Imran Kerimli, “Evolution of the distribution function of drops in an oil emulsion” *Azerbaijan Chemical Journal*, №3, 61-69, 2023 Doi: 10.32737/0005-2531-2023-3-61-69
6. MD. Anwarul Hasan, John M. Shaw, “Rheology of Reconstituted Crude Oils: Artifacts and Asphaltenes” *Energy Fuels*, 6417 – 6427, 24, 2010, DOI:10.1021/ef101185x
7. Gudrat Isfandiyar Kelbaliev, Dilgam Babir Tagiyev, Sakit Rauf Rasulov, “Structurization and effective viscosity of a non-Newtonian oil”, *J. Eng. Phys. Thermophys*, 96, №1, 55–63 2023, doi:10.1007/s10891-023-02661-9.
8. L.Qun , Z.Fusheng , G.Baoshan , L.Guoliang , L. Xuening , Z.Zhuoyan , “Influence of shear on rheology of the crude oil treated by flow improver”, *Energy Reports*, Volume 5, 1156-1162 November 2019.

Осаждение тяжелых нефтей при течении в трубах

Сакит Расулов[1], Гюльшен Мустафаева[2], Мехри Нематова[3], Фатьма Шыхыева[4], Нигяр Абдуллаева[5]

1- профессор, заведующий кафедрой «Промышленная безопасность и охрана труда», Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан, rasulovsakit@gmail.com, https:orcid.org/0000-0002-1548-3143]

2- 2доцент, «Промышленная безопасность и охрана труда», Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан, gulsen190777@gmail.com, https:orcid.org/0000-0001-7254-796X]

3- mehri.nematova81@gmail.com, https:orcid.org/0009-0002-3016-6485]

4- преподаватель кафедры «Промышленная безопасность и охрана труда», Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан, fatmashikhieva9981@gmail.com, https:orcid.org/0000-0003-2686-3659]

5- преподаватель кафедры «Промышленная безопасность и охрана труда», Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан, ngrabdullayeva@gmail.com, https:orcid.org/0009-0007-8253-2084]

АННОТАЦИЯ

Высокая вязкость тяжелой нефти, неньютоновское поведение и склонность тяжелых фракций, таких как асфальтены, парафины и смолы, к осаждению, делают транзит по трубопроводу чрезвычайно сложным. Большее падение давления, частичные или полные закупорки и большие расходы на обслуживание могут быть результатом этих осадков. Оптимизация работы трубопровода и повышение надежности потока требуют понимания механизмов, лежащих в основе осаждения, агрегации и осаждения. С акцентом на разделение фаз и динамику осаждения твердых частиц, это исследование изучает, как течет тяжелая нефть при различных температурах, давлении и условиях сдвига. Модели осаждения и ограничения потока анализируются с использованием комбинации вычислительных и экспериментальных методов. В то время как моделирование вычислительной гидродинамики (CFD) дает представление о температурных градиентах, осаждении, вызванном сдвигом, и взаимодействии многофазного потока, лабораторные модели трубопроводов используются для воспроизведения реальных условий. Термодинамическое моделирование также используется для прогнозирования начала осаждения и оценки того, как эксплуатационные параметры и содержание нефти влияют на модели осаждения. Согласно результатам, осадки начинаются при критических пороговых значениях температуры и давления и постепенно накапливают твердые отложения, которые снижают пропускную способность трубопровода. Изучается ряд методов смягчения, таких как модификации трубопровода, направленные на снижение отложений, химические диспергаторы и термическая обработка. Подчеркивается, что системы мониторинга в реальном времени и прогнозное моделирование являются важнейшими инструментами для раннего выявления и предотвращения проблем, связанных с осадками. Это исследование помогает в создании более эффективных методов обеспечения потока, предлагая тщательное изучение влияния осадков на поток тяжелой нефти. Для районов со значительными запасами тяжелой нефти, где оптимизация процесса транспортировки имеет важное значение для эксплуатационной и экономической устойчивости, результаты особенно актуальны. Эффективность и надежность систем трубопроводов тяжелой нефти можно значительно повысить, внедрив современные стратегии мониторинга и смягчения

последствий.

Ключевые слова: неньютоновская нефть, моделирование, осадки, тяжелая нефть

Ağır neftlərin axını zamanı borularda çökməsi

Sakit Rəsulov, Gülşən Mustafayeva, Mehri Nemətova, Fatma Şıxıyeva, Nigar Abdullayeva

[Sakit Rəsulov - professor, "Sənaye təhlükəsizliyi və əməyin mühafizəsi" kafedrasının müdiri, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan, rasulovsakit@gmail.com, https:orcid.org/0000-0002-1548-3143]
2dosent, "Sənaye Təhlükəsizliyi və Əməyin Mühafizəsi", Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan, gulsen190777@gmail.com, https:orcid.org/0000-0001-7254-796X]
mehri.nematova81@gmail.com, https:orcid.org/0009-0002-3016-6485]
[Fatma Shikhieva – müəllim, Sənaye təhlükəsizliyi və əməyin mühafizəsi, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan, fatmashikhieva9981@gmail.com, https:orcid.org/0000-0003-2686-3659]
[Nigar Abdullayeva - müəllim, Sənaye təhlükəsizliyi və əməyin mühafizəsi, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan, ngrabdullayeva@gmail.com, https:orcid.org/0009-0007-8253-2084]

XÜLASƏ

Ağır neftin yüksək özlülüyü, qeyri-Nyuton vəziyyəti və asfaltenlər, parafinlər və qatranlar kimi ağır fraksiyaların çökməyə meylli olması boru kəmərinin nəqlini olduqca çətinləşdirir. Daha böyük təzyiq düşməsi, qismən və ya ümumi tıxanmalar və daha çox texniki xidmət xərcləri bu çöküntülərdən qaynaqlana bilər. Boru kəməri əməliyyatlarının optimallaşdırılması və axın təminatının gücləndirilməsi çöküntülərin, aqreqasiyanın və çöküntülərin altında yatan mexanizmlərin başa düşülməsini tələb edir.

Fazaların ayrılması və bərk çökmə dinamikasına diqqət yetirməklə, bu iş müxtəlif temperatur, təzyiq və sürüşmə şəraitində ağır neftin necə hərəkət etdiyi araşdırır. Çökmə sxemləri və axın məhdudiyyətləri hesablama və eksperimental metodların birləşməsindən istifadə etməklə təhlil edilir. Hesablama maye dinamikası simulyasiyaları temperatur qradiyenti, sürüşmə nəticəsində yaranan çökmə və çoxfazalı axın qarşılıqlı təsirləri haqqında anlayışlar təklif etsə də, real dünya şəraitini təkrarlamaq üçün laboratoriya miqyaslı boru kəməri modellərindən istifadə edilir. Termodinamik modelləşdirmə həmçinin çöküntülərin nə vaxt başlayacağını proqnozlaşdırmaq və əməliyyat parametrləri və çöküntü tərkibinin çökmə nümunələrinə necə təsir etdiyini qiymətləndirmək üçün istifadə olunur.

Nəticələrə görə, çöküntülər həlledici temperatur və təzyiq hədlərindən başlayır və tədricən bərk çöküntülər əmələ gətirir ki, bu da boru kəmərinin tutumunu aşağı salır. Çöküntülərin azaldılması üçün nəzərdə tutulan boru kəmərinin modifikasiyası, kimyəvi dispersantlar və istilik müalicəsi kimi bir sıra təsir azaltma üsulları araşdırılır. Real vaxt rejimində monitorinq sistemlərinin və proqnozlaşdırıcı modelləşdirmənin çökmə ilə bağlı problemlərin erkən müəyyən edilməsi və qarşısının alınması üçün mühüm alətlər olduğu vurğulanır.

Bu tədqiqat işi çöküntülərin ağır neft axınına təsirinin hərtərəfli tədqiqini təklif etməklə daha effektiv axın təminatı üsullarının yaradılmasına kömək edir. Əhəmiyyətli ağır neft ehtiyatlarına malik olan və nəqletmə prosesinin optimallaşdırılmasının əməliyyat və iqtisadi dayanıqlıq üçün vacib olduğu ərazilər üçün tapıntılar xüsusilə aktualdır. Ağır neft boru kəmərləri sistemlərinin səmərəliliyi və etibarlılığı müasir monitorinq və təsirlərin azaldılması strategiyalarını tətbiq etməklə xeyli artırıla bilər.

Açar sözlər: Qeyri-Nyuton neftlər, modelləşdirmə, çökmə, ağır neft

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0796

BIODEGRADATION OF BIOGENIC AMINES BY LACTIPLANTIBACILLUS PLANTARUM

Güven Özdemir[1], Eda Isık Kabaca [2]

[1]Department of Biology, Section of Basic and Industrial, Microbiology, Ege University, Izmir, Turkey, email ID: guven.ozdemir@ege.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-7577-4233
[2]Department of Biology, Section of Basic and Industrial, Microbiology, Ege University, Izmir, Turkey, email ID: edaaisik@hotmail.com, ORCID ID: 0009-0009-2465-4758
Correspondence author's email: edaaisik@hotmail.com

ABSTRACT

Objective: In this study, the biodegradation capacity of *Lactiplantibacillus plantarum* (OR252329.1), a selected probiotic microorganism, on biogenic amines was investigated, and its potential use in food safety was evaluated.

Method: Media containing histamine, spermine, cadaverine, and β-phenylethylamine were prepared and incubated with the probiotic strain. The degradation levels of the biogenic amines were analyzed using high-performance liquid chromatography (HPLC). In addition, the numerical increase of the degrading microorganisms was determined using cultural methods.

Results: As a result of the experiments, *L. plantarum* completely degraded histamine within 60 hours and spermine by the 4th day. While cadaverine decreased by approximately 90% on the 7th day, β-phenylethylamine levels were reduced by more than 60%, demonstrating significant degradation activity.

Conclusion: The findings of this study revealed that the tested probiotic bacterium has the potential to naturally detoxify biogenic amines. When integrated into fermentation systems, it can contribute to food safety by improving microbial quality.

Keywords: Biodegradation, biogenic amines, HPLC, *Lactiplantibacillus plantarum*

Introduction

Biogenic amines (BAs) are nitrogenous compounds formed by the decarboxylation of amino acids by microorganisms. They are commonly found in protein-rich and fermented foods. Histamine, cadaverine, tyramine, and β-phenylethylamine are among the most frequently encountered BAs, gaining attention due to their toxic effects [1,2,3].

These compounds tend to accumulate particularly in protein-rich foods such as fermented fish, cheese, sausages, and soy products [4]. The concentration of BAs in food varies depending on the type of food, cultivation conditions, ripening period, and storage conditions. The U.S. Food and Drug Administration (FDA) recommends that the histamine level in fish should not exceed 5 mg/100 g [5].

High levels of BAs in food can cause serious health problems, including headaches, hypertension, skin rashes, and gastrointestinal disorders [6,7,8]. Among these amines, histamine is particularly noteworthy as it is the main cause of scombroid poisoning and has been regulated by

both the FDA and the European Union (EU). According to regulations, the histamine level in fish products should not exceed 50 mg/kg [9].

To control BA formation during food production, practices such as good manufacturing practices (GMP), low-temperature storage, and pH adjustments are commonly used. However, these conventional methods do not guarantee the complete removal of BAs once they have formed [10]. In recent years, attention has shifted towards biological degradation methods, which utilize specific microorganisms possessing amine oxidase enzymes to convert BAs into less harmful compounds. Particularly, certain lactic acid bacteria (LAB) and *Bacillus* species have been reported to be effective in this field [11,12].

n this study, the degradation capacity of *L. plantarum*, a probiotic microorganism previously identified for its probiotic and antimicrobial properties, was investigated against biogenic amines such as histamine, cadaverine, spermine, and β-phenylethylamine. In addition to quantitative HPLC analysis, the cultural development of the mentioned bacterium was also evaluated.

Materials and Methods

Microbial Strain and Culture Conditions

Lactiplantibacillus plantarum (GenBank: OR252329.1) is a previously isolated strain from fermented foods, whose probiotic and antimicrobial properties have been confirmed. The strain was cultured in MRS broth at 37°C under microaerophilic conditions.

Preparation and Derivatization of Biogenic Amine Standards

Standard solutions of histamine, cadaverine, spermine, and β-phenylethylamine (Sigma-Aldrich) were prepared in 1 M HCl. To enhance detection sensitivity in HPLC analysis, samples were derivatized using benzoyl chloride according to the method described by Hornero-Méndez and Garrido-Fernández (1997) [13].

Briefly, 0.2 mL of the standard or sample solution was mixed with 2 mL of distilled water, 2 mL of 2 M NaOH, and 30 µL of benzoyl chloride. The tubes were immediately sealed and vortexed for 5 minutes. Since benzoyl derivatization of biogenic amines occurs optimally under alkaline conditions, the addition of 2 M NaOH was essential.

Following vortexing, 1.5 mL of acetonitrile was added to each tube, and the mixture was incubated at 25°C for 10 minutes to complete the derivatization reaction. Subsequently, 1.5 g of solid NaCl was added, and the solution was vortexed again for 1 minute. For phase separation, 4 mL of diethyl ether was added, and the extraction was repeated three times using a separatory funnel. The collected upper organic phases were combined, dried over anhydrous sodium sulfate, and filtered.

The resulting organic phase was transferred to a clean 10 mL glass tube, and the solvent was evaporated under a gentle stream of nitrogen gas. After evaporation, the benzoyl derivatives of the biogenic amines appeared as a white solid residue along the tube walls. This residue was dissolved in 1 mL of methanol and filtered through a 0.45 µm membrane filter prior to HPLC analysis.

HPLC Analysis of Biogenic Amines

The quantification of biogenic amines was performed using a High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) system (Agilent 1100 Series) equipped with a Diode Array Detector (DAD) set at 254 nm and a C18 column (300 mm × 3.9 mm, 10 µm particle size). The column temperature was maintained at 25°C throughout the analysis. A sample volume of 10 µL was injected into the system.

The mobile phase consisted of 60% acetate buffer and 40% methanol, and the analysis was carried out under isocratic conditions with a constant flow rate of 1.0 mL/min. Quantification of biogenic amines was performed using external calibration curves constructed from standard solutions. Calibration plots were generated for each amine, and the concentrations in the samples were calculated based on the corresponding peak areas.

Determination of the Toxicity of Amine Compounds to *L. plantarum*

Overnight-grown cultures of *L. plantarum* were adjusted to an optical density (OD_{600}) of 0.5 and inoculated into the experimental media at a concentration of 5% (v/v). Amine compounds at various concentrations (1–50 ppm) were added to the tubes. All experimental flasks were incubated at 30°C in a shaking incubator at 150 rpm. During the incubation period, samples were taken from each tube at 3-day intervals and subjected to serial dilution and pour plate counting to determine microbial load changes. This procedure allowed the assessment of any increase or decrease in bacterial population. Additionally, samples were taken from control tubes to verify the absence of contamination.

Determination of the Biodegradation Efficiency of *L. plantarum*

Overnight-grown *L. plantarum* cultures were adjusted to an optical density (OD_{600}) of 0.5 and inoculated into the experimental media at 5% (v/v). Under aseptic conditions, biogenic amine solutions were sterilized using a 0.22 µm membrane filter. The final concentrations in the experimental media were adjusted to 16 ppm for histamine, 10.0 ppm for cadaverine, 3.0 ppm for spermine, and 3.5 ppm for β-phenylethylamine.

The prepared experimental sets were incubated at 30°C in a shaking incubator at 150 rpm. Samples were taken at predetermined time points (0, 24, 48, and 72 hours). A portion of each sample was used for bacterial enumeration by the pour plate method. The remaining portion was centrifuged at 10,000 rpm for 10 minutes to remove cells, and the supernatants were filtered through a 0.22 µm membrane filter for subsequent HPLC analysis.

Results and Discussion

HPLC analyses revealed that *L. plantarum* exhibited a high capacity for the degradation of biogenic amines (BAs). Histamine was completely degraded within 60 hours, while spermine was fully degraded by the 4th day. Cadaverine was reduced by 90%, and β-phenylethylamine showed a reduction of over 60% (Figure 1; Figure 2).

In previous studies conducted by our laboratory, the *L. plantarum* strain, previously isolated and characterized for its probiotic and biodegradation potential, demonstrated significant biodegradation activity against various compounds. In the present study, under incubation at 30°C in MRS broth, *L. plantarum* completely degraded histamine within 60 hours and spermine within 4 days. By the end of the 7th day, cadaverine was almost entirely degraded, while β-phenylethylamine was reduced by nearly 99%.

Consistent with the literature, Dapkevicius et al. (2000) reported that certain strains of *Lactobacillus* spp. possess the ability to degrade biogenic amines. Specifically, *Lactobacillus sakei* strains were able to degrade histamine between 20% and 54% [14]. Compared to these results, the *L. plantarum* strain used in this study exhibited superior biodegradation efficiency. Further studies with other *Lactobacillus* species may provide valuable comparative insights.

In this study, biogenic amines were tested at low concentrations to prevent potential toxic effects during experimentation. The discovery and utilization of novel bacterial strains capable of degrading biogenic amines into less toxic compounds may serve as an effective strategy to mitigate foodborne illnesses associated with biogenic amine accumulation in the future.

The integration of such probiotic strains into food systems shows promise not only for improving microbial quality but also for reducing the toxic effects of biogenic amines. Furthermore, these strains may be evaluated as potential candidates for functional food development, either as food supplements or as starter cultures in fermented food production.

The control of biogenic amine formation in food requires the application of optimal conditions during raw material selection, production, processing, and storage stages. Such practices are essential for reducing biogenic amine levels and preventing related foodborne intoxications.

Although several traditional methods are available for controlling biogenic amines in food, they are often associated with limitations such as high costs and the potential formation of secondary toxic intermediates. Therefore, biological methods utilizing bacteria capable of degrading biogenic amines have gained increasing attention as a promising alternative.

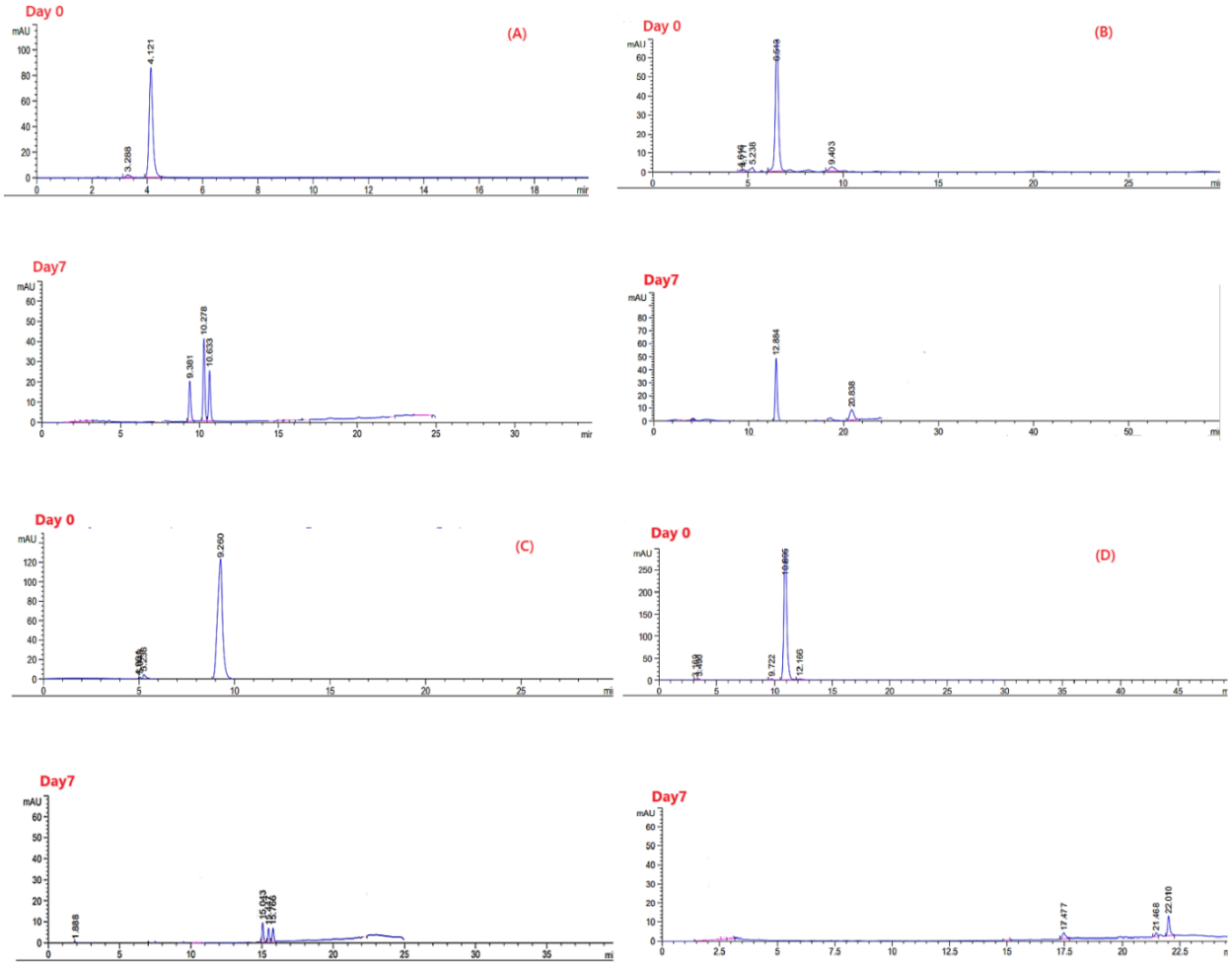


Figure 1. HPLC results showing the degradation of biogenic amines by *L. plantarum*.
(A) Histamine; (B) Cadaverine; (C) Spermine; (D) β-Phenylethylamine.

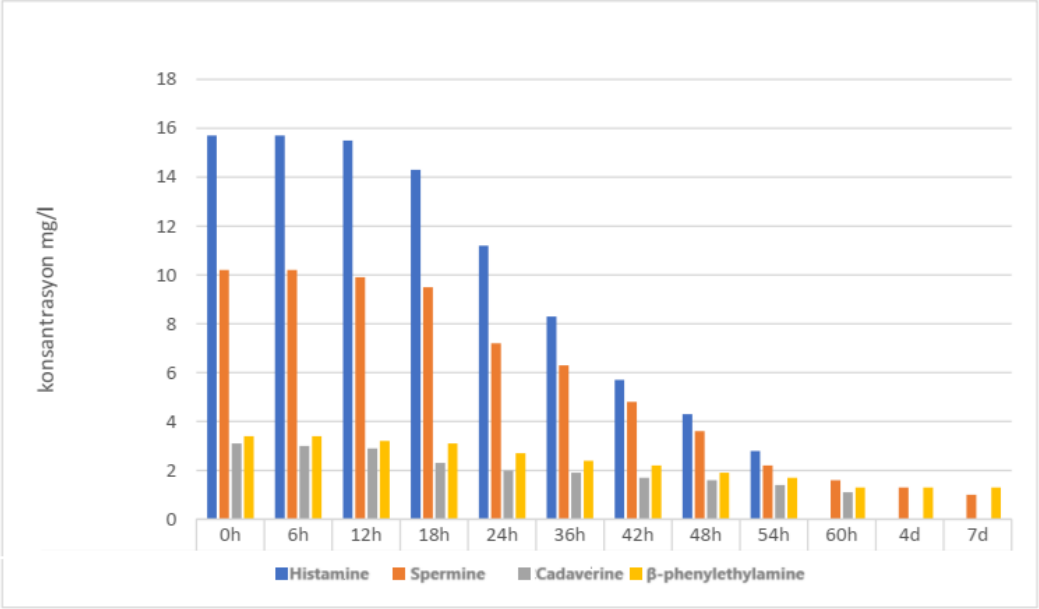


Figure 2. Time-dependent degradation profile of biogenic amines by *L. plantarum*.

Conclusions

This study demonstrated that *L. plantarum* can efficiently degrade major biogenic amines, including histamine, cadaverine, spermine, and β-phenylethylamine, under laboratory conditions. In particular, the rapid and complete degradation of histamine and spermine suggests that this strain actively performs detoxification through amine oxidase enzymes.

The high degradation efficiency combined with the preservation of bacterial viability supports the potential applicability of this strain in industrial settings. The findings indicate that this probiotic bacterium could offer a natural and sustainable solution to mitigate the harmful effects of biogenic amines in fermented foods or functional food supplements.

However, further research is necessary to translate this potential into commercial applications. Priority research areas should include:

- Performance evaluation in real food matrices,
- Assessment of sensory properties such as taste, texture, and shelf-life,
- Compliance with regulatory requirements and safety assessments.

In conclusion, the probiotic strain evaluated in this study stands out as a promising biotechnological tool to improve food safety.

Declarations

The manuscript has not been submitted to any other journal or conference.

Study Limitations

None.

Acknowledgements

The authors would like to express their gratitude to the research teams, laboratory staff, and all individuals who contributed to the completion of this study.

Funding Source

This research was supported by Ege University Scientific Research Projects Coordination Unit

(Project number: 23782).

Competing Interests

The authors declare no competing interests.

Human and Animal Related Study

This study does not involve human or animal subjects.

Ethical Approval

This study does not involve human or animal subjects; therefore, ethical approval was not required.

Informed Consent

Not applicable, as this study does not involve human participants

References

1. Barbieri F., Montanari C., Gardini F., Tabanelli G. Biogenic amine production by lactic acid bacteria: A review. *Foods*. 2019;8(1):17. doi:10.3390/foods8010017.
2. Ding T., Li Y. Biogenic amines are important indices for characterizing the freshness and hygienic quality of aquatic products: A review. *LWT*. 2024;194:115793. doi:10.1016/j.lwt.2024.115793.
3. Tsafack P.B., Tsopmo A. Effects of bioactive molecules on the concentration of biogenic amines in foods and biological systems. *Heliyon*. 2022;8(9):e10456. doi:10.1016/j.heliyon.2022.e10456.
4. Saha Turna N., Chung R., McIntyre L. A review of biogenic amines in fermented foods: Occurrence and health effects. *Heliyon*. 2024;10(2):e24501. doi:10.1016/j.heliyon.2024.e24501.
5. Al Bulushi I., Poole S., Deeth H.C., Dykes G.A. Biogenic amines in fish: Roles in intoxication, spoilage, and nitrosamine formation - a review. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2009;49(4):369-377. doi:10.1080/10408390802067514.
6. Sivamaruthi B.S., Kesika P., Chaiyasut C. A narrative review on biogenic amines in fermented fish and meat products. *J Food Sci Technol*. 2021;58(5):1623-1639. doi:10.1007/s13197-020-04686-x.
7. Doeun D., Davaatseren M., Chung M.S. Biogenic amines in foods. *Food Sci Biotechnol*. 2017;26(6):1463-1474. doi:10.1007/s10068-017-0239-3.
8. Erdag D., Mehran O., Yildiz B. Biogenic amines. In: Biochemical and pharmacological properties of biogenic amines. 1st ed. 2018. p.1-14.
9. EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ). Scientific opinion on risk-based control of biogenic amine formation in fermented foods. *EFSA J*. 2011;9(10):2393.
10. Naila A., Flint S., Fletcher G., Bremer P., Meerdink G. Control of biogenic amines in food: Existing and emerging approaches. *J Food Sci*. 2010;75(7):R139-150. doi:10.1111/j.1750-3841.2010.01774.x.
11. Niu T., Li X., Guo Y., Ma Y. Identification of a lactic acid bacteria to degrade biogenic amines in Chinese rice wine and its enzymatic mechanism. *Foods*. 2019;8(8):312. doi:10.3390/foods8080312.
12. Butor I., Jančová P., Purevdorj K., Klementová L., Kluz M., Huňová I., Pištěková H., Buňka F., Buňková L. Effect of selected factors influencing biogenic amines degradation by *Bacillus subtilis* isolated from food. *Microorganisms*. 2023;11(4):1091. doi:10.3390/microorganisms11041091.
13. Ghosh S., Das J. Benzoylation of amines sans alkali: A green protocol in neat phase. *Org Chem Int*. 2010;2010:1-3. doi:10.1155/2010/967410.
14. Dapkevicius W. Biogenic amine formation and degradation by potential fish silage starter microorganisms. *Int J Food Microbiol*. 2000;57:107-114. doi:10.1016/S0168-1605(00)00238-5.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0803

STUDY OF PESTICIDE-CONTAMINATED TERRITORIES IN AZERBAIJAN

[1]Alovsat Guliyev[0000-0002-7089-6960], [2]Rufat Azizov[0000-0001-8662-1550], [2]Tunzala Babayeva[0000-0002-6217-6103], [2]*Nergiz Ashurova[0000-0002-7359-9849], [2]Azade Alieva[0000-0001-5725-7518]

[1]Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Mammad Rahim 5 street, AZ1073, Baku city, Azerbaijan Republic
[2]Sumgayit State University, 43rd district, Baku street 1, AZ5008, Sumgait city, Azerbaijan Republic
*E-mail: nargiz.ashurova@sdu.edu.az

Abstract

Chemical pollutants pose a serious problem for countries all over the world. Among environmental pollutants, oil industry waste, heavy metals, and pesticides occupy a special place. Pesticides are thoughtfully, purposefully sprayed into the environment, unlike other wastes. Since pesticides are mainly synthetic organic substances, as a result of their widespread use, the problem of pesticide residue destruction becomes more urgent. To minimize environmental pollution by pesticides, several issues need to be addressed. For example, cleaning water bodies, destroying packaging materials after using pesticides, recultivating contaminated lands, eliminating unusable and banned pesticides, etc. In modern times, our country has accumulated residues of pesticides that are unsuitable for use and banned. The main reasons for the accumulation of these residues are improper storage and use of pesticide stocks, violation of transportation regulations, creation of excessive pesticide stocks, storage of residues for future destruction, prohibition of the use of some pesticides, obtain of unsuitable pesticides, low quality of obtained pesticides, lack of a quality control mechanism, etc. The reason why pesticides are even more dangerous is their transboundary spread, accumulation in living organisms, negative impact on human health and food, and the penetration of toxic substances into the atmosphere, water bodies, and soil. Larger amounts of pesticides enter the atmosphere when they are applied by aviation and when air temperatures are high, which increases the volatility of the active ingredient.

Keywords: soil pollution, pesticide, environment, industrial wastes.

1. Introduction

Outdated and banned pesticide stocks pose a serious threat to human health and the environment. Currently, there are a large number of expired pesticide stocks in the republic. The largest amount of applied pesticides falls on the soil, which is one of the foundations of the ecosystem. Degradation of different groups of pesticides in soil can be different depending on their structure [1, 2, 3]. Most of them undergo metabolism under the influence of microorganisms, resulting in very simple decomposition products. In this respect, preparations of organochlorine compounds, preparations of diene synthesis, and organic compounds of arsenic and mercury are exceptions, as they require a longer period of time to decompose.

Unlike most organic compounds that undergo photochemical degradation in the

environment, preparations containing mercury, arsenic, copper, zinc, and other elements cannot be broken down into non-toxic compounds and therefore accumulate in soil and water. A number of organic compounds: DDT, diene synthase and some other chlorine, mercury, arsenic-containing compounds are poorly decomposed, so they are classified as persistent organic pollutants (POPs), and it is considered important to take measures aimed at preventing the release of this group of substances into the atmosphere, water bodies, and soil.

The research was conducted in the old Village Chemical Association (VCA) located in the city of Yevlakh. The building of the warehouse where pesticides were once stored has been demolished, and various types of pesticide and fertilizer residues have accumulated on the remains of the warehouse. The pesticide-contaminated area covers an area of 25.04 ha. Pesticide and fertilizer residues are observed almost everywhere in the contaminated area [9].

In hot and windy weather, the pungent smell of pesticides spreads around. At high temperatures, pesticides can smoke and ignite.

The main soil cover of the Yevlakh region is gray-grass soils with medium and low humus content. These soils, which are spread in arid areas, have very low fertility. The characteristic soil structure for the area's soils is a heavy loamy sandy loam. The areas where these soils are distributed are characterized by a subtropical semi-desert climate with warm and frost-free winters and dry and hot summers.

Groundwater and surface water have a major impact on the formation of these soils, and this process usually occurs in semi-hydromorphic conditions. Semi-hydromorphic soils are formed in conditions of short-term stagnation of surface water or when groundwater is located at a depth of less than 3-6 m (the capillary border can rise to the soil surface) [12, 13].

Considering the arid-steppe climate of the research area, low soil fertility, and granulometric composition, it can be said that pesticides spread over a wide area easily migrate to the lower layers, mix with groundwater, and directly affect the nearby Kur River and the Bash Mil-Mugan Collector. It should be noted that due to the low soil fertility and atmospheric deposition rates of the area, these water bodies are widely used for irrigation of large agricultural areas in the area.

In world practice, planting plants in areas most contaminated with pesticides is the most effective method. It has been found that some plants not only accumulate pesticides, but also have the ability to absorb and accumulate 100,000 times more ions of lead, mercury, zinc, or other toxic substances. This helps to find an easier solution for cleaning the soil, in which case it is necessary to plant the necessary type of plant in the soil, collect the "crop" (i.e. the plant) at the end of the season and take it to special burial sites (landfills) [15, 24, 25, 26].

The key point of phytoremediation is that an optimal composition of tolerant plant species must be selected that are not only able to survive in contaminated conditions, but also have the potential to transform and neutralize the area. In this case, successful cleaning of the soil from pesticides and its return will allow large areas that were previously considered impossible and required large capital to be put into agricultural use [3, 4, 17, 18, 19].

2. Material and Methods

Ecological monitoring of areas contaminated with residues of pesticides and agrochemicals that are unfit for use and whose use is prohibited was conducted. Based on the information we obtained, mathematical calculations were performed to assess ecological risks based on the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) methodology.

The approach used in the methodology is based on the concept of "ecological risk

assessment" and allows for the determination of a quantitative assessment of the risks arising from the impact of obsolete pesticides on human health and the environment [9, 10, 11, 14]

In the first stage of the study, the composition of soil and pesticide samples was determined using a Fourier Transform Infrared Spectrometer (FTIR) device, and the elemental composition was determined using an Energy Dispersive X-ray Fluorescence (EDXRF) device.

The determination of the exact weight of pesticides and organic pollutants will be determined in the next stage using the Gas Chromatography Mass Spectrophotometer (GC-MS) method.

The amount of pesticide residues during the testing of plant samples was determined using the QuEChERS method (Determination of pesticide residues using GC-MS and/or LC-MS/MS following acetonitrile extraction/ partitioning and cleanup by dispersive SPE) on a Shimadzu GC-MS (Gas Chromatograph and Mass Spectrometer) 2010 Ultra device [25].

The amount of pesticide residues in water samples was determined using a GCMS-QP2010 Ultra device using a chromatography method.

3. Results and Discussion

6 pesticide, 1 soil, 3 plant and 1 water samples were taken from the contaminated area in accordance with standards. In six of the pesticide samples and in the soil sample, POP was detected, in 4 pesticide samples, sulfur-containing preparations, in 1 pesticide sample, lead, and in the soil sample, arsenic and lead were detected (Table 1).

Table 1. Sample analysis results

Examples		**Types of POP contained in the samples**	**Types of heavy metals contained in the samples**	**Amount of pesticides detected in the sample, %**	**Amount of heavy metals detected in the sample, %**
Num-ber	**Num-ber**				
Soil sample					
1	1	DDT and its metabolites, delta-hexachlorocyclohexane	arsenic, lead	100	16,7 16,7/100 (1+1t)
Pesticide sample					
6	1	Dieldrin, γ-hexachlorocyclohexane		100	16,7/100 (1+1t)
	2	DDT and delta-hexachlorocyclohexane			
	3	DDT və metobolitləri	Lead		
	4	DDT and metabolites, Heptachlor			
	5	DDT, gamma- and delta-hexachlorocyclohexane			
	6	α-hexachlorocyclohexane			
An example of a plant					
4	1	DDT and metabolites, α-hexachlorocyclohexane		0,02 mg/kg 0,05 mg/kg	
	2	DDT and metabolites, α-hexachlorocyclohexane β- hexachlorocyclohexane		0,02 mg/kg 0,07 mg/kg 0,14 mg/kg	
	3	DDT and metabolites α-hexachlorocyclohexane		0,17 mg/kg 0,2 mg/kg	

Among the POPs in pesticide samples, dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT) and its

metabolites were detected in samples 3 and 4, dieldrin and gamma-hexachlorocyclohexane in sample 1, DDT and delta-hexachlorocyclohexane in sample 2, heptachlor in sample 4, DDT, gamma and delta isomers of hexachlorocyclohexane in sample 5, and alpha-hexachlorocyclohexane in sample 6. In addition, sulfur-containing preparations were detected in pesticide samples 1, 3, 5, and 6, and lead was detected in pesticide sample 3. DDT and its metabolites, delta-hexachlorocyclohexane, arsenic, and lead were detected in the soil sample taken [5, 6, 7, 8].

DDT and its metabolites (0.02 mg/kg) were detected in two of the three plant samples taken from the area, but this was within the norm. In the third plant sample, DDT and its metabolites (0.17 mg/kg) and the alpha isomer of hexachlorocyclohexane (0.2 mg/kg) were detected. The alpha isomer of hexachlorocyclohexane (0.05-0.07 mg/kg) was detected in the first and second samples, and the beta isomer (0.14 mg/kg) was detected in the second sample. The detected amount of DDT and its metabolites was 34 times higher than normal, and the amount of alpha and beta isomers of hexachlorocyclohexane was 7-14 times higher (Figure 1).



Figure 1. Environmental monitoring in the Village Chemical Union in Yevlakh district of Azerbaijan

Research results have shown that pesticide residues are mainly multicomponent mixtures. In one example, the highest number of components reached 7 [20, 21, 22, 23, 24].

The risk assessment algorithm for obsolete pesticides is characterized by two calculations - F_n and F_0.

The risk factor F_0 is determined by the actual storage conditions of pesticides and there are certain questions for its assessment.

F_0 is the sum of all calculated indicators and cannot exceed 100, and this indicator corresponds to the worst-case scenario.The risk factor F_n is determined by the number of pesticides in the warehouse, their toxicity, and the condition of the containers. The formula for calculating F_n for warehouses is as follows:

$$\mathbf{F_n=(3S_t+S_k)Q}$$

Here ($3S_t+S_k$)-risk coefficient depends on the toxicity of the pesticide S_t and the condition of the containers (packages) in which it is located S_k; Q - quantity (kg) of pesticides in the warehouse, regardless of their physical state (liquid or solid).

Using the tools considered, model calculations were conducted to determine the priority of contaminated areas. The final risk factor indicators of the contaminated areas were as follows (table 2). Based on the obtained coordinates, a risk-based graph of contaminated areas was constructed (Figure 2).

Table 2. Risk factor indicators for contaminated areas

Object name		**Yevlakh district. VCA**
Risk factors	**F_0**	81
	F_n	90.3
Ranking by modeling results		1

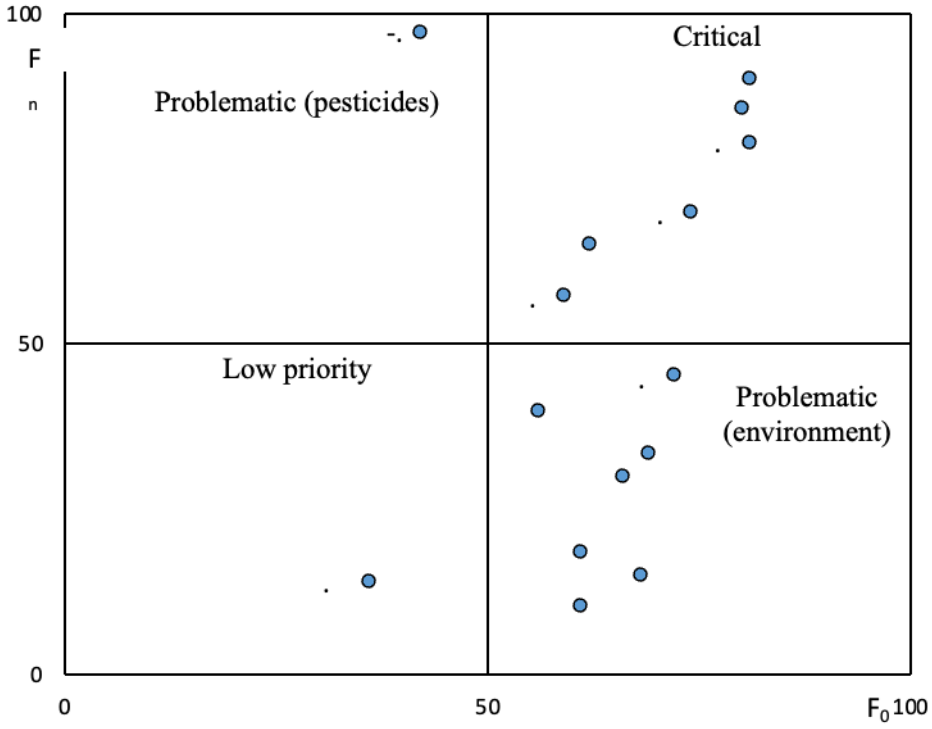


Figure 2. Risk-based graph of contaminated areas

As can be seen from the graph, the ecological situation in areas with pesticide residues № 1 is considered critical. The modeling results show that the situation is critical in areas where pesticide residues have accumulated in the Yevlakh (1) region [16, 19].

On September 20, 2024, soil samples were taken from contaminated areas in accordance with the methodology, analyzed, and an experiment was conducted by employees of the Department of Chemical Engineering and Ecology of Sumgayit State University for the purpose of bioremediation. Soil contaminated with pesticides and locally produced vermicompost were used for the experiment in the Yevlakh region (Figure 3). First, a mixture of dirty soil and vermicompost was mixed in a 1:1 ratio and left to rest in an open area under the sun for 6 months, watering once a week. Then, the seeds of the pumpkin were planted in that mixed soil. The plant's development was normal. The results obtained for the initial option are positive. In conclusion, we would like to say that the most appropriate method for decontamination of soil contaminated with pesticides is the method of decontamination of soil with vermicompost and plants.

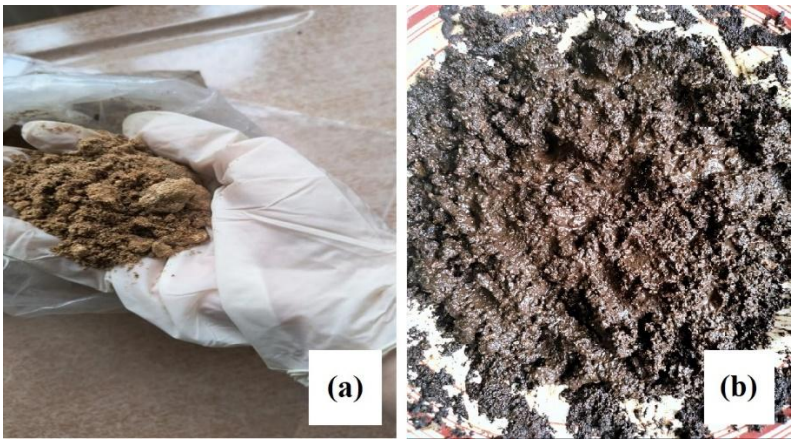


Figure 3. Remediation of pesticide-contaminated soil using vermicompost (a – 20.09.2024 and b-07.02.2025)

4. Conclusions

Based on the algorithms of the methodology for assessing risks arising from obsolete pesticides, model calculations were conducted to determine the priority of the contaminated area, and the priority of the contaminated area was determined in accordance with the risk factor indicators. When conducting an ecological risk assessment, the study area falls into the "critical" category. Considering the detection of POPs in pesticide, soil, and plant samples taken from the area in excess of the norm, safety regulations must be followed to prevent people and animals from entering the contaminated area, the contaminated area must be separated from neighboring areas at least with mesh fences, 24-hour security must be provided, and safety signs and warning signs must be posted. The fact that pesticide residues remained in the contaminated area for many years has led to a further deterioration of the situation due to environmental factors, and the contamination of pesticide and fertilizer residues that were not POPs with POPs and other hazardous chemicals. Therefore, it is considered appropriate to use methods applied to POPs when neutralizing pesticide residues. An optimal composition of tolerant plant species that can not only survive in polluted conditions, but also have the potential to transform and neutralize the area should be selected and planted. In this case, successful cleaning of the soil from pesticides

and its return will allow large areas that were previously considered impossible and required significant capital to be put into agricultural use. Due to its soil decontamination properties, *Cucurbita pumkin* (common pumpkin) is more effective and is recommended for use in the restoration of contaminated soils.

CRediT Author Contribution Statement

Alovsat Guliyev: Project administration; Rufat Azizov: Project administration ; Tunzala Babayeva: Investigation, Methodology, Writing - Original Draft, Visualization; Nergiz Ashurova: Investigation, Writing – review & editing; Azade Alieva: Investigation, Writing – review & editing.

Acknowledgments

The authors express their gratitude for instrumental support to the Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan and Sumgait State University for financial support.

Declaration of competing interests

The authors declare no conflict of interest.

References

1. Abhilash P.C., Singh V., Singh N. (2009) Food Chem. 113(1):267-271. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.004
2. Abhilash P.C., Singh B., Srivastava P., et al. (2013) 51: 189-193. https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.01.028+
3. Ahmadova R.R., Babayeva T.M., Ashurova N.D. (2022) Economic efficiency of phytomelioration method in land rehabilitation. AIP Conf. Proc. 2656, 020012. https://doi.org/10.1063/5.0106876
4. Babayeva T., Guliyev A., İslamzade T., İslamzade R., Haciyeva X., Ashurova N., Aliyeva, A. (2024) Eurasian Journal of Soil Science, Turkey, 13(2):145-152. https://doi.org/10.18393/ejss.1424421
5. Borgert CJ, Lakind JS, Witorsch RJ (2003) Environ Health Perspect 111(8):1020-1036. https://doi.org/10.1289/ehp.6023
6. Chen C, Qian Y, Chen Q, Tao C, Li C, Li Y (2011) Food Control 22:1114-1120. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.01.007
7. Colborn T, Vom Saal FS, Soto AM (1993) Environmental Health Perspectives. 101(5):378-384. https://doi.org/10.1289/ehp.93101378
8. Dhaliwal G S and Singh B. (2000) Pesticides and Environment. Common Wealth Publishers, New Delhi. ISBN: 8171696279, 9788171696277
9. FAO Pesticide Disposal Series. (2009) Environmental Management Tool Kit for Obsolete Pesticides - http://www.fao.org/3/i0473e/i0473e.pdf ISSN: 1020-4695.
10. FAO Guidelines on Management Options for Empty Pesticide Containers (2008) - http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Code/Containers08.pdf ISBN 978-92-5-106832-8
11. FAO Guidelines for the management of small quantities of unwanted and obsolete pesticides FAO (1999) http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/obsolete_pesticides/docs/small_qties.pdf
12. Felsot A.S. (1998) Pesticide Remediation in Soil and Water. Kearney P.S., Roberts T.R. (eds.). Wiley, New York, P. 129-160. ISBN: 978-0-471-96805-4
13. Felsot A., Racke K.D., Hamilton D.J. (2003) Disposal and degradation of pesticide waste. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology 177, P.123-200. ISSN 0179-5953

14. Disposal of bulk quantities of obsolete pesticides in developing countries.(1996) FAO Pesticide Disposal Series. 4: 1020-4695 Roma, Italy. https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/w1604en
15. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), the United Nations Environment Programme (UNEP) and the World Health Organization (WHO). Guidelines http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/obsolete_pesticides/docs/w1604e.pdf
16. Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO). (1996) Pesticide Storage and Stock Control Manual. FAO Pesticide Disposal Series 3. FAO, Roma, Italy.
17. Hjorth K., Johansen K., Holen B., Andersson A., Christensen H. B., Siivinen K., Toome M. (2011) Food Control 22:1701-1706. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.05.017
18. Initial assessment and risk analysis of the operational status of areas contaminated with unusable and neutralized pesticides in the territory of the Republic. AZERBAIJAN FOOD SAFETY INSTITUTE. REPORT.2019
19. Maria L, Aldana-Madrid Ana I., ValenzuelaQuintanar Maria I, Silveira-Gramont, Guillermo Rodriguez-Olibarria, Patricia Grajeda-Cota, Fabiola G, Zuno-Floriano, Marion G.M. (2011) Mexico Bull Environ Contam Toxicol 87:436-439. https://doi.org/10.1007/s00128-011-0391-z
20. Mauskar J.M. (2007) Comprehensive Industry Documents Series (COINDS). Central Pollution Control Board Ministry of Environment and Forests, Website: www.cpcb.nic.in
21. Obano H., Hori S. (1996) J. Toxicol Environ Health, 42:1-16. https://doi.org/10.1248/jhs1956.42.1
22. Ramesh H.L. (2015) Journal of Applied Research, Indian. 5(3): 526-529. ISSN - 2249-555X
23. Schimpf W.A. (2003) Chemistry of Crop Protection. Progress and Prospects in Science and Regulation. Ed. G.Voss and G.Ramos. Wiley-VCH Verlag GmbH&Co.KgaA, Weinheim, P. 40-53. ISBN:9783527305407
24. Shvetsova-Shilovskaya T.N., et al. (2016) Problems of risk analysis. 13(3): 70-77.
25. Tekel J., Hatrik S. (1996) J. Chromatography A. 754(1-2): 397-410. https://doi.org/10.1016/s0021-9673(96)00489-x
26. Wang L., Liang Y., Jiang X. (2008) Bull Environ Contam Toxicol 81:377-382. https://doi.org/10.1007/s00128-008-9498-2

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0811

YABANI ALMA NÖVLƏRİNİN SAĞLAM QİDALANMADA ƏHƏMİYYƏTİ

Fariz Əmirli[1], Zaur Ağamalıyev[2], Aynur Ərəbzadə[3], Təranə Ağayeva[4], Vüsalə Süleymanova[5], Gülnar Şirinova[6]

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti "Kimya texnologiya fakültəsi"
[1] Texnika elmləri doktoru, professor, http://orcid.org/0000-0002-9095-2982, fariz.emirov@asoiu.edu.az
[2] Texnika elmləri doktoru, dosent, http://orcid.org/0000-0003-2866-1401, zaur.agamaliyev.z@asoiu.edu.az
[3] Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent, http://orcid.org/0009-0009-3531-8688, aynurarabzade@gmail.com
[4] Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, http://orcid.org/0000-0000-0000-0000, tarana.agayeva.78@mail.ru
[5] Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, http://orcid.org/0009-0005-9189-9588, suleymanovavusale78@gmail.com
[6] Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, http://orcid.org/0009-0008-5128-605X, shirinligulnar@gmail.com

XÜLASƏ

Məqalə bəzi yabanı alma (*Malus* Mill.) növlərinin qida əhəmiyyətinin öyrənilməsinə həsr edilmişdir. Hazırda dünyada ekoloji problemlə yanaşı qlobal problemlərdən biri də əhalinin sağlam qidaya olan tələbatının ödənməsidir. Bu baxımdan tədqiq etdiyimiz mövzu aktualdır. Tədqiqat işi zamanı almanın kimyəvi tərkibinin necə dəyişməsi və insan sağlamlığı üçün daha zəngin olan növün seçilərək, həm qida, həm də calaqlatı kimi istifadəsini tövsiyə etməkdir. Tədqiqatımızın alma meyvəsi üzərində aparılmasına əsas səbəb onun dünyanın bütün ölkələrində asan becərilən, ən çox sortu olan, kütləvi çoxaldılması mümkün olan, məsuldar, kimyəvi tərkibcə zəngin olmasıdır. Qeyd etmək lazımdır ki, Azərbaycan ərazisində yalnız 1 yabanı alma növü (*Malus orientalis* – şərq alması) yayılmışdır. Öyrənilən növlər isə Orta Asiyadan introduksiya olunmuş növlərdir. Ölkəmizin torpaq-iqlim şəraitində normal vegetasiya keçirməklə becərilə bilir. Tədqiqatın materialı olaraq bəzi (*Malus halliana* Koehne. Holla alması, *Malus micromalus* Max. – kiçikmeyvəli alma. (*Malus spectabilis* x *Malus baccata*), *Malus pratti* Hemsl.- pratti alması, *Malus pumila*.-alçaqboylu alma (kol alma), *Malus cerasifera* Spash. – albalımeyvəli alma (*Malus prunifolia* x *Malus baccata*)) alma növləri götürülmüşdür. Tədqiqat işləri zamanı müxtəlif metodlardan istifadə etməklə alma növlərində meyvələrin biokimyəvi tərkibi həm kal, həm də yetişmiş meyvələr üzərində öyrənilmişdir. Kal meyvələrdə *M.pumila, M.cerasifera* növlərində turşuluğun miqdarı, *M.pumila, M.micromalus* növlərində isə şəkərin miqdarı daha çox olmuşdur. C vitamininin miqdarı hər 5 növün tərkibində eyni miqdardadır. Yetişmiş meyvələrdə *M.pumila* və *M.cerasifera* növlərində turşuluq, *M.halliana* və *M.micromalus* növlərində isə şəkərin miqdarı daha çoxdur. Yetişmiş meyvələrdə C vitamini 10-15 mq arasında olmuşdur. Alınmış nəticələr müqayisə edilməklə yetişmə zamanı meyvələrin tərkibinin necə dəyişdiyi müşahidə edilmişdir. Məlum olmuşdur ki, yetişmə müddətində bir sıra biokimyəvi çevrilmələr nəticəsində meyvələrin tərkibində turşuluq azalmış, şəkərlərin və C vitaminin miqdarı isə artmışdır. Tədqiqatlar zamanı əldə olunmuş nəticələrə əsasən tərkibi qida maddələri ilə daha zəngin olan növlər həm faydalı qida və dərman bitkisi kimi, həm də seleksiyada fərqli nümunələr kimi istifadə edilə bilər.

Açar sözlər: *yabanı alma, biokimyəvi çevrilmə, turşuluq, şəkər, klaster, sağlam qida*.

GİRİŞ

Tədqiq olunan alma növləri qədimdən bir çox ölkələrdə qida kimi istifadə olunmuşdur.

Yabanı alma növlərinin kiçik, yaxud şirəli meyvələrindən keyfiyyətli desert hazırlanır, konservləşdirmədə və kulinariyada geniş tətbiq olunur. Bəzi növlərin meyvələrindən mürəbbələr hazırlanır və qənnadı sənayesində geniş istifadə edilir. Qırmızı yarpaqlı növlərinin yarpaqlarından Çində "Çay alması" və ya "Qırmızı çay" (Red tea) adlı içki hazırlanır [1].

N.A.Rıbiçkiy və başqaları öyrənmişlər ki, Şərq alması növünün meyvələrindən alınmış dəmləmədən – meyvə çayı adlı içki hazırlanır. Qalan hissəsindən isə sirkə istehsal edilir. Hansı ki alma sirkəsinin insan orqanizmində bir çox xəstəliklərin müalicə və profilaktikasında istifadə edilir [1].

A.D.Mityukov və digər alimlər müəyyən etmişlər ki, alma bitkisinin təzə meyvələri bir çox xəstəliklərin müalicə və profilaktikasında dərman bitkisi kimi istifadə olunur. Meyvələri şirin və çox vitaminlidir. Yeyinti sənayesində alma meyvələrindən xammal kimi istifadə edilir. Onlardan yaxşı kvas, kompot, marmalad, bəhməz, yüksək keyfiyyətli esensiya (limonad üçün), sidr, jele, konserv, meyvə şərabı, likör və s. hazırlanır. Həmçinin meyvələrinin tərkibində çoxlu miqdarda turşu var. Bu baxımdan onun meyvələri alma turşusunun dəmir duzunun ekstraktını (Extractum ferripomati) hazırlamaq üçün yaxşı xammaldır. Bu ekstraktın yüksək tibbi əhəmiyyəti vardır. Xloroz xəstəliyinin müalicəsində istifadə edilir. Bronxitdə qaynadıb isti halda yeyilməsi faydalıdır. Meyvələrindən təzə və sürtkəcdən keçmiş şəkildə kolit, enterokolit, podaqra və revmatizmdə faydalıdır. Almanın şirəsi qanazlığı və maddələr mübadiləsinin yaxşılaşdırılması üçün istifadə olunur. Acqarına yeyildikdə, böyrək və qaraciyərin funksiyasını yaxşılaşdırır. Alma şəkərindən hazırlanan konfetlər öskürək zamanı əhəmiyyətlidir, qidanın həzmini asanlaşdırır. Meyvələrini bişirən zaman turşuluğunu itirir, asan həzm olur. Bu baxımdan gündəlik qidalar arasında almadan və ondan hazırlanmış məhsullardan istifadə edilməsi çox faydalıdır [1, 2].

Almanın toxumlarından qiymətli yeyinti yağı istehsal olunur. Yaxşı balverən bitki olub, çoxlu nektar və tozcuq verir. Almanın bir çiçəyində 0,028 mq nektar əmələ gəlir. 1 ha şərq alması meşəsindəki iri ağaclar 6,0-7,0 kq-a qədər açıq sarı bal verir, çiçəyində 0,025 mq şəkər əmələ gəlir. Nektarda şəkərin qatılığı 20-40%-dir. Almanın gec çiçəkləyən və iri çiçəkli növləri, tez çiçəkləyən və xırda çiçəkli növlərinə nisbətən daha çox bal verir [3].

Alma meyvələrinin tərkibində olan hormonlar, efir yağları orqanizmdə iştah gətirir, qocalmanı ləngidir, immuniteti gücləndirir, orqanizmin xarici təsirlərə davamlılığını yüksəldir, orqanizmdə turşuluğu neytrallaşdırır, orqanizmin zülalı mənimsəməsinə köməklik edir. Son zamanlar alma meyvələrində fəal maddələr - katexinlər aşkar olunmuşdur. Katexinlər büzüşdürücü xüsusiyyətə malik bitki mənşəli fenol birləşmələridir, qan təzyiqinin aşağı salınmasında böyük rol oynayır. Orqanizmdə bu maddələr çatışmadıqda orqanizmin fermentativ və hormonallıq fəaliyyəti pozulur, xəstəliklərə davamlılığı zəifləyir [4,5,6].

Almanı uzun müddət saxladıqda tərkibindəki su buxarlanaraq azalır və sulu karbohidratlar parçalanır. Belə almaların tərkibində şəkər çoxalır, turşuluq azalır [9].

Tədqiqatlar zamanı bəzi yabanı alma növlərinin meyvələrində quru maddə, su, kül, C vitamini, şəkərlər və turşuların miqdarı öyrənilmişdir. Bu göstəriciləri həm kal, həm də yetişmiş meyvələrdə müəyyən etməklə, onların yetişmə vaxtı tərkibinin necə dəyişdiyi müşahidə edilmişdir. Alınmış nəticələrə görə alma meyvələrinin tərkibinə görə zəngin növlər seçilərək qida kimi istifadəsi tövsiyə olunmuşdur.

Material və metodlar

Tədqiqat işinin materialı olaraq bəzi yabanı alma növləri: *Malus halliana* Koehne., *Malus micromalus* Max.-kiçikmeyvəli alma, *Malus pratti* Hemsl. – pratti alması, *Malus pumila*. –

alçaqboylu alma, *Malus cerasifera* Spash. – albalımeyvəli alma növləri götürülmüşdür. Yaş və quru çəki, kül, C vitamini, şəkərin miqdarı [7] və turşuluq [8] öyrənilmişdir. Şəkərlər dedikdə, reduksiyaedici şəkərlərin (monosaxaridlər və meyvələrdə digər disaxaridlərlə müqayisədə üstünlük təşkil edən maltoza) ümumi miqdarı nəzərdə tutulmuşdur [9, 10]. Meyvələr kal (Cədvəl 1) (iyul ayında) və tam yetişmiş halda (Cədvəl 2) (oktyabr-noyabr aylarında) çətirin müxtəlif yerlərindən toplanmışdır.

Nəticələr və onların müzakirəsi

Tədqiqatlar zamanı alma növlərində quru çəki, su, kül, reduksiyaedici şəkərlər və C vitamini, turşuluq göstəriciləri öyrənilmişdir.

Cədvəl 1. Kal meyvələrin biokimyəvi xüsusiyyətləri (mq %-lə)

Növlərin adı	Quru qalıq	Su	Kül	Turşuluq	Şəkərin ümumi miqdarı (monosaxaridlər)	C vitamini
M. halliana	27,60±0,26	72,40±0,73	0,600±0,006	0,502±0,008	1,30±0,02	5,00±0,05
M. micromalus	23,40±0,23	76,60±0,76	0,800±0,008	1,603±0,004	1,70±0,01	5,00±0,05
M. pratti	22,60±0,22	77,40±0,77	0,900±0,009	0,605±0,005	1,60±0,03	5,00±0,05
M. pumila	15,80±0,15	84,20±0,84	0,500±0,005	1,776±0,02	2,40±0,02	5,00±0,05
M. cerasifera	23,10±0,23	76,90±0,76	0,900±0,009	1,907±0,006	0,80±0,008	5,00±0,05

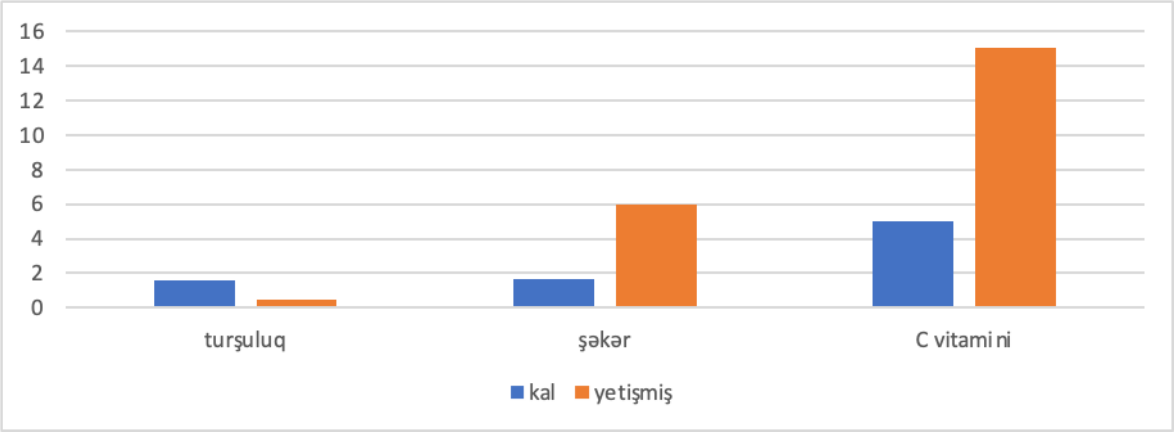
Cədvəl 1-dən göründüyü kimi, kal meyvələrdə su ən çox *M.pumila* növününün, ən az *M.micromalus* və *M.pratti* növlərinin, kül isə ən çox *M.pratti* növünün, ən az isə *M.cerasifera* növünün tərkibindədir. Turşuluğun miqdarı isə *M.pumila* və *M.cerasifera* növlərinin meyvələrində daha çox olmuşdur. Almanın dadı tərkibindəki turşuların və şəkərlərin miqdarından asılıdır. Öyrənilən növlərin arasında *M.pumila* və *M.micromalus* növlərinin meyvələrində şəkər daha çox olmuşdur. C vitamininin miqdarı bütün növlərin tərkibində eyni miqdarda olmuşdur.

Cədvəl 2. Yetişmiş meyvələrin biokimyəvi xüsusiyyətləri (mq %-lə)

Növlərin adı	Quru qalıq	Su	Kül	Turşuluq	Şəkərin ümumi miqdarı (monosaxaridlər)	C vitamin
M. halliana	29,0±0,20	71,0±0,80	1,60±0,02	0,0760±0,0007	6,92±0,005	10,0±0,10
M. micromalus	21,0±0,21	79,0±0,77	0,90±0,009	0,500±0,004	6,09±0,07	15,0±0,10
M. pratti	21,0±0,21	79,0±0,78	2,00±0,02	0,500±0,005	2,79±0,02	15,0±0,15
M. pumila	15,60±0,15	84,40±0,84	0,80±0,008	0,900±0,009	5,96±0,05	10,00±0,10
M. cerasifera	16.40±0,16	83,60±0,84	0,70±0,007	0,900±0,002	3,16±0,02	15,0±0,15

Cədvəl 2-yə əsasən demək olar ki, *M.pumila* və *M.cerasifera* növlərinin yetişmiş meyvələrində su, *M.pratti* növündə kül, *M.pumila* və *M.cerasifera* növlərində turşuluq, *M.halliana* və *M.micromalus* növlərində isə şəkər miqdarca daha çoxdur. Yetişmiş meyvələrdə C vitamini 10 mq (*M.halliana, M.pumila*) – 15 mq (*M.micromalus, M.pratti, M.cerasifera*) arasında olmuşdur.

Bu göstəricilərin tədqiq olunan yabanı alma meyvələrində yetişmə prosesi zamanı necə dəyişməsini müşahidə etmək üçün diaqram qurularaq müqayisə edilmişdir (Şəkil 1).



Şəkil 1. *M. micromalus* növündə kal və yetişmiş meyvələrin tərkibində turşuluq, şəkər və C vitamininin dəyişməsi (mq %-lə)

Aparılan tədqiqat zamanı bəzi yabanı alma növlərinin (*Malus halliana, Malus micromalus, Malus pratti, Malus pumila* və *Malus cerasifera*) biokimyəvi xüsusiyyətləri onların həm kal (iyul ayı), həm də tam yetişmiş (oktyabr-noyabr ayları) mərhələlərində öyrənilmişdir. Aşağıdakı nəticələr əldə edilmişdir:

Yetişmə prosesində meyvələrdə külün miqdarı artmışdır. Külün tərkibində bir sıra mineral komponentlər K, Na, Ca, Mg, Fe, P və s. var. Bu da insan sağlamlığı üçün çox vacib amillərdir. Digər maddələrə gəldikdə isə diaqramdan göründüyü kimi meyvələrdə yetişmə prosesində turşuluq azalmış, şəkərlər və vitamin C isə artmışdır. Meyvələr yetişən zamanı tərkibindəki turşular müxtəlif biokimyəvi çevrilmələrə sərf olunur, bir hissəsi isə şəkərlərə çevrilə bilər. Şəkərlərin miqdarının artmasının səbəbi isə, kal meyvələrdə olan polisaxaridlərin hidroliz olmasıdır. Yetişmiş meyvələr C vitamini ilə də zəngindir.

Tərkibi turşularla, şəkərlərlə və C vitamini ilə zəngin olan növlərdən sağlam qidalanmada istifadə etmək olar. Turşularla zəngin olan növləri qida maddələrində qələviliyi azaltmaq üçün, C vitamini ilə zəngin növlər müxtəlif xəstəliklərin profilaktikasında, həmçinin immunitetin artırılmasında, şəkərlə zəngin növlər isə həm adi halda yeyilə bilər, həm də qurudulmuş və konservləşdirilmiş şəkildə istifadəsi məqsədəuyğundur. Tərkibində şəkər çox olan növlərdən keyfiyyətli şirələr hazırlamaq mümkündür. Bu baxımdan öyrənilən növlər həm yeni alma sortlarının alınmasında calaqaltı kimi, həm də sağlam qida kimi geniş istifadə oluna bilər.

Nəticə

1. Öyrənilən yabanı alma növləri yeni alma sortlarının yetişdirilməsində calaqaltı kimi istifadə oluna bilər.
2. Yabanı alma növləri tərkibindəki turşular, şəkərlər və C vitamini sayəsində sağlam qida kimi geniş tətbiq potensialına malikdir.

Ədəbiyyat

1. Асадов К.С., Асадов А.К. Дикорастущие плодовые растения Азербайджана. Баку: Национальная Энциклопедия Азербайджана, 2001, 254 с.

2. Pereira-Lorenzo S., Ramos-Cabrer A.M., Diaz-Hernandez M.B. Evaluation of genetic identity and variation of local apple cultivars (*Malus domestica* Borkh.) from Spain using microsatellite markers. *Genet. Resour. Crop. Evol.,54. 2007, 405-420.* doi.org/10.1007/s10722-006-0003-7
3. Арабзаде А.А. Статистические показатели семенного размножения интродуцированных на Абшерон видов яблони (*Malus* Mill.). Плодоводство и ягодоводство россии: Сборник научных работ. Москва: ФГБНУ ФНЦ Садоводства. doi.org/10.31676/2073-4948/, 2022, т.70., с. 19-30.
4. Amirli F.A., Aghamaliyev Z. Z., Abdullayeva I.G., Pashayeva Z.N.&Aghamaliyeva D.B. The role of nutrition in ensuring healthy living. Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2(148), 2024., 629-638. DOI: 10.32010/mpmc2024.085
5. Ağamalıyev Z.Z., Abdullayeva İ.Q. Müasir insanın qida pəhrizi və çatışmamazlıqlar. International Conference dedicated to the 60th anniversary of the establishment of the Department of Technology of organic substances and high-molecular compounds. "Modern problems of macromolecular compound technology". 25-26 Aprel 2024, p.151.
6. Arabzade A.A. Biochemical Composition of some wild apple (*Malus* Mill.) species fruit in Absheron conditions and their medicinal effect. 7th International Artemis Congress on health and sport Sciences procedings book. Izmir, Turkey, March. 26-27, 2024. p.377-380. DOI:10.5281/zenodo.10893330. ISBN: 978-625-6879-54-6
7. Методы биохимического исследования растений. 2-е и доп.под ред. д-ра биол. наук. А.И.Ермакова. Л.: Колос, 1972, 455 с.
8. Церевитинов Ф.В. Химия свежих плодов и овощей. 2-е дополненное издание. Ь.: Гос. изд. колх. и совх. лит., 1933, 866 с.
9. Arabzadeh A.A., Omerova S.N., Abdullayeva N.F., Gojayev A.S. The Biochemical Features of Some Wild Apples Introduced in Absheron Region (*Malus* Mill.). *Proc. of. International Caucasian forestry symposium*. Turkey: Artvin, 2013, p. 1107-1110. DOI:10.31676/2073-4948-2018-53-88-95
10. Abbasov V.M., Əmirli F.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Z.V., Quliyeva N.R. Qida kimyası. Dərslik. Bakı: Elm, 2023, 260 s.

THE IMPORTANCE OF WILD APPLES IN HEALTHY NUTRITION

Fariz Amirli[1], Zaur Aghamalıyev[2], Aynur Arabzade[3], Tarana Aghayeva[4], Vusala Suleymanova[5], Gulnar Shirinova[6]

Department of Chemical Technology, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku
[1] Doctor of Technical Sciences, Professor, http://orcid.org/0000-0002-9095-2982, fariz.emirov@asoiu.edu.az
[2] Doctor of Technical Sciences, Associate professor, http://orcid.org/0000-0003-2866-1401, zaur.agamaliyev.z@asoiu.edu.az
[3] PhD in biological sciences, Associate professor, http://orcid.org/0009-0009-3531-8688, aynurarabzade@gmail.com
[4] PhD in biological sciences, http://orcid.org/0000-0000-0000-0000, tarana.agayeva.78@mail.ru
[5] PhD in biological sciences, http://orcid.org/0009-0005-9189-9588, suleymanovavusale78@gmail.com
[6] PhD in biological sciences, http://orcid.org/0009-0008-5128-605X, shirinligulnar@gmail.com

ABSTRACT

The article is devoted to the study of the nutritional value of some wild apple (*Malus Mill.*) species. Currently, in addition to the ecological problem in the world, one of the global problems is the satisfaction of the population's need for healthy food. From this point of view, the topic we are studying is relevant. The purpose of the research is to determine how the chemical composition of apples changes during the research and to recommend the use of the species that is richer for human health, both as food and as a snack. The main reason for conducting our research on apple fruit is that it is easy to cultivate in all countries of the world, has the most varieties, can be mass-produced, is responsible, and is rich in chemical composition. It should be noted that only 1 wild apple species (*Malus orientalis* - oriental apple) is widespread in the territory of Azerbaijan. The studied species are introduced from Central Asia. They can be cultivated in the soil-climatic conditions of our country by conducting normal vegetation. Some apple species (*Malus halliana* Koehne. Halla apple, *Malus micromalus* Max. – small-fruited apple. (*Malus spectabilis x Malus baccata), Malus pratti* Hemsl. – pratti apple, *Malus pumila.* – low-growing apple (bush apple), *Malus cerasifera Spash.* – cherry-fruited apple (*Malus prunifolia x Malus baccata*)) were taken as the material for the study. During the research, the biochemical composition of fruits in apple varieties was studied using various methods on both unripe and ripe fruits. In unripe fruits, the amount of acidity was higher in *M.pumila* and *M.cerasifera* species, and the amount of sugar was higher in *M.pumila* and *M.micromalus* species. The amount of vitamin C was the same in all 5 species. In ripe fruits, the acidity was higher in *M.pumila* and *M.cerasifera* species, and the amount of sugar was higher in *M.halliana* and *M.micromalus* species. Vitamin C in ripe fruits was between 10-15 mg. By comparing the obtained results, it was observed how the composition of fruits changes during ripening. It has been found that as a result of a number of biochemical transformations during the ripening process, the acidity of the fruits decreased, and the amount of sugars and vitamin C increased. According to the results obtained during the research, species that are richer in nutrients can be used both as useful food and medicinal plants, and as different examples in breeding.

Keywords: wild apple, biochemical transformation, acidity, sugar, cluster, healthy food.

ЗНАЧЕНИЕ ДИКИХ ЯБЛОК В ЗДОРОВОМ ПИТАНИИ

Фариз Амирли[1], Заур Агамалиев[2], Айнур Арабзаде[3], Тарана Агаева[4], Вусала Сулейманова[5], Гульнар Ширинова[6]

Отдел Химические технологии, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку
[1] Доктор технических наук, профессор http://orcid.org/0000-0002-9095-2982, fariz.emirov@asoiu.edu.az
[2] Доктор технических наук, доцент, http://orcid.org/0000-0003-2866-1401, zaur.agamaliyev.z@asoiu.edu.az
[3] Кандидат биологических наук, доцент, http://orcid.org/0009-0009-3531-8688, aynurarabzade@gmail.com
[4] Кандидат биологических наук, http://orcid.org/0000-0000-0000-0000, tarana.agayeva.78@mail.ru
[5] Кандидат биологических наук, http://orcid.org/0009-0005-9189-9588, suleymanovavusale78@gmail.com
[6] Кандидат биологических наук, http://orcid.org/0009-0008-5128-605X, shirinligulnar@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Статья посвящена изучению пищевой ценности некоторых видов дикой яблони (*Malus Mill.*). В настоящее время, помимо проблем экологии, одной из глобальных проблем в мире является удовлетворение потребностей населения в здоровом питании. В этом плане изучаемая нами тема является актуальной. Целью исследования является определение того, как изменяется химический состав яблок в ходе исследования, и рекомендация использовать тот сорт, который более полезен для здоровья человека, как в качестве еды, так и в качестве закуски. Основной причиной проведения нами исследований яблока является то, что он легко культивируется во всех странах мира, имеет наибольшее количество сортов, может производиться в больших количествах, является экологически чистым и имеет богатый химический состав. Следует отметить, что на территории Азербайджана распространен только 1 вид дикой яблони (*Malus orientalis* – восточная яблоня). Изучаемые виды интродуцированы из Средней Азии. Его можно выращивать в почвенно-климатических условиях нашей страны, подвергая его обычной вегетации. В качестве материала для исследования были взяты некоторые сорта яблони (*Malus halliana Koehne*. Яблоня Холла, *Malus micromalus Max.* – яблоня мелкоплодная (*Malus spectabilis x Malus baccata*), *Malus pratti Hemsl.* – яблоня Пратти, *Malus pumila.* – яблоня низкорослая (кустовая яблоня), *Malus cerasifera* Spash. – яблоня вишнеплодная (*Malus prunifolia x Malus baccata*)). В ходе исследований биохимический состав плодов яблони изучался различными методами как на неспелых, так и на спелых плодах. В спелых плодах содержание кислотности было выше у видов *M. pumila* и *M. cerasifera*, тогда как содержание сахара было выше у видов *M. pumila* и *M. micromalus*. Количество витамина С одинаково во всех 5 типах. В спелых плодах виды *M. pumila* и *M. cerasifera* имеют более высокую кислотность, а виды *M. halliana* и *M. micromalus* — более высокое содержание сахара. Содержание витамина С в спелых плодах составляет 10–15 мг. Сравнивая полученные результаты, можно было наблюдать, как менялся состав плодов в процессе созревания. Установлено, что в результате ряда биохимических превращений в процессе созревания снижается кислотность плодов, увеличивается количество сахаров и витамина С. На основании полученных в ходе исследований результатов, виды, более богатые питательными веществами, могут быть использованы как полезные пищевые и лекарственные растения, так и в качестве различных образцов в селекции.

Ключевые слова: *дикая яблоня, биохимические превращения, кислотность, сахар, гроздь, здоровое питание.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0818

CULTIVATION OF POTATOES BASED ON DIFFERENT CULTIVATION TECHNOLOGIES

Mujgan Masimli

Azerbaijan State Agricultural University, Ganja, Azerbaijan
Department of Horticulture
PhD student1, Junior researcher, masimlimujgan@gmail.com
https://orcid.org/0009-0003-5400-2474
(m.tel.:+0505006046)

ABSTRACT

Vegetable growing has been formed as a science and studies vegetable crops that people use most often. Humans can take up to 85% of the harvest, in contrast to approximately 50% in grains. More than in crops that are grown from generative seeds, the growth, development, yield and quality of the potato crop are strongly influenced by the quality of the microtubers, including their genetic, physical and physiological quality and their seed health status. The global food system must be significantly improved in order to feed this growing population in a sustainable and nutrient-dense manner. This system should minimize the current environmental impact while simultaneously providing farmers with a living wage and consumers with wholesome products. How to increase food production with the same or less resources without causing inequality or adverse environmental effects is a crucial topic. A critical challenge is how to produce more food with the same or fewer resources, without increasing inequality or generating negative environmental impacts. This article provides information about the importance of growing potatoes used in each country-both in Azerbaijan and in other countries, most often for food and other industries. The cultivation of good seed is essential for maintaining the output and productivity of potatoes. A repeatable and financially feasible technique for creating pathogen-free plants is meristem culture. They are frequently employed in greenhouse cultivation of mini-tubers and in vitro tuber development. Consequently, the high-tech seed production system is the sole alternative to address the constraints of the traditional seed potato production system, whereby the multiplication processes are accelerated through the utilization of in vitro plantlets, micro-tubers, and mini-tubers. Research work is carried out on the laboratory, experimental field of the *Azerbaijan State Agrarian University* (open) and in the greenhouse (closed) conditions on *Sevinc* and *Telman* varieties. Both types are regarded as comparable for high output, production quality, and flavor. These kinds are extensively utilized for commercial applications.

The results suggest that producing potatoes under diverse settings increases productivity and product quality. Schemes and planting methods will be examined again in the upcoming season to ensure more thorough and verifiable findings for making appropriate suggestions.

Keywords: potatoes: *microtuber, microclonal reproduction, cultivation technology.*

INTRODUCTION

Rapid population growth in the world, especially in developed countries, brings with itself the problems of nutrition and hunger. Rapid population growth dramatically increases the demand

for food. The potato has a great nutritional value and is currently one of the most logical crops grown on agricultural land [1]. Because of its significance, the potato plant is ranked as the second food plant in our country and the fourth in the world after corn, wheat, and rice. Tubers from Gene fund are used as seeds in potato production. Root tubers, which are reproductive material, contain vitamins A, B and C, K, P, Fe and Ca elements. Also, starch, which contains a high amount, expands the prospects of using it as a raw material in industry. Many diseases and pests, such as viruses, bacteria, fungi, nematodes, cause significant crop losses in potato production, which is planted in large areas and plays an important role in export [2]. Today, biotechnological research is conducted to produce quality seeds, fight diseases and improve crop quality. Many biotechnological studies (conservation of genetic resources, disease eradication and rapid micro clonal reproduction, gene transfer, etc.) are increasing day by day. According to some statistical studies, with the application of biotechnology, the productivity of seed potatoes has been increased from 100-150 s/ha to 350-400 s/ha [4]. PLRV, PVA, PVS, PVM, PVY, and PVX virus infections are among the potato viruses that can have a major detrimental impact on crop yield. The viruses are the major cause of degeneration of seed and results in severe yield losses [3].

The stages of seed production in potato are given below respectively:

- Obtaining disease-free plants by meristem culture
- Propagation of disease-free plants (nodal culture)
- Production of micro tubers from micro propagated plants
- Production of mini tubers from micro tubers.
- Production of seed potatoes from mini tubers.

Micro clonal reproduction is a mass asexual reproduction of plants in vitro. A method of rapidly and disease-free propagation of many genetically similar plants from plant parts (embryo, seed, stem, root, shoot, etc.) taken from a plant and having the potential to produce new plants in artificial nutrient media and in conditions free from microorganisms. is a method of reproduction [5]. The fact that each living cell has the potential to form a complete organism is called "totipotency", and the basis of micro clonal reproduction is the totipotency property of plants. So, we can get a whole plant from a piece of plant. During micro clonal reproduction, it is possible to obtain virus-free and pure lines of varieties with a gene pool as soon as possible [6]. Also, since this reproduction method is carried out regardless of the seasons of the year and the selection period is short, it is appropriate to increase the plants that are difficult to reproduce by the classical method using this method.

Short internodes and nodes that develop into tuber eyes generate the stem-derived organs known as potato tubers. By expanding the tips of the underground shoots, known as stolons, tubers are produced. For this process to occur, diageotropic development must stop, and pith and cortical cells must divide longitudinally instead of transversely. The tuber is a powerful storage sink because of the enormous deposition of C- and N-assimilates such starch and storage proteins, as well as the subsequent formation of the bulk of tuber tissue by cell growth and haphazardly orientated cell division. Coordination of transcriptional and metabolic alterations and the interaction of endogenous and environmental cues govern tuber growth [6]. It has been demonstrated that phytohormones such as strigolactones, auxin, and gibberellins (GAs) regulate the process.

Microtubers are easier to handle than in vitro plants; they can be stored for several months and then planted directly in the field. Therefore, microtubers are useful for seed potato production.

Moreover, microtubers can be used to produce transgenic plants and to conserve germplasm [5].

MATERİALS AND METHODS

At the Biotechnology Center, a scientific and research center established under the Azerbaijan State Agrarian University, microtubers from Sevinc and Telman varieties were obtained and stored in ready-made glass containers (petri dishes) in the refrigerator. potato microtubers were selected and removed from the biotechnology center. By removing the microtubers from the refrigerator and pipetting them into another clean (distilled) petri dish, a selection process was performed due to their different sizes. Large microtubers were placed in one bowl, and small microtubers were placed in another bowl. The selection was mainly made by collecting *Sevinc* and *Telman* varieties in separate bowls. 224 microtubers were selected.

Sevinc variety is planted and cultivated in all cities and regions of the country. Elite seeds are obtained mainly by planting in the *Tovuz Regional Experimental Station*. The *Sevinc* variety is more used as a kitchen variety because of its medium maturity and good taste quality. The color of the tubers of the plant is pink, the bark is smooth, and it has large, oblong shapes. The dark green leaves are large and have a tall stem. The leaves are very finely hairy. It has short stolons. Their flowers are red, purple, white, sometimes blue, and they produce many flowers. It has a weak flowering and has a medium duration. Tubers with a sharp tip have an elongated shape, white in color, and do not darken when cut. Productivity is 300-310 centners per hectare.

The second variety is the *Telman* variety, belonging to the *S. tuberosum* species, which is widely produced due to its appearance and quality. The variety obtained by the individual selection method was mainly created from the pollination of the *Alisma* variety from Germany. Regionalization in our republic started mainly in 2008 and is still being produced. And it is mainly planted and cultivated in Gadabay and a few regions. It is medium maturing or medium late maturing. It is a Kitchent variety, it is selected for its high taste quality. The leaves are light green, greenish, sometimes dark green, medium and small in size. The root system is very strong. The bush is compact and has a medium color. With short stolons, the flower is purple in color, and the opening is weak. The tubers are white and round in shape, the average weight is 90-95 grams, which is considered a very good feature for productivity. Suitable for mechanical collection, has medium storage. Relatively resistant to viral diseases, phytophthora. It contains 15-16% starch. Productivity is 180-200 centners per hectare.

According to the program of the experiment, the technology that increases productivity during potato cultivation consists of the following agrotechnical measures:

- preparation of the soil to be planted using a mixture of peat and rotted animal manure;
- disinfection of the soil to be planted and the greenhouse against diseases before planting;
- supply of quality planting material;

As in every plant, there are specifics of cultivation and the direction of use, so in the study, the planting of potato tubers by a double-row planting scheme method was carried out based on the methodology. According to the experimental design, 10 m^2, each plant's feed area is 0.2 m^2 (70 cm between rows, 30 cm between plants in a row). 20 reference plants of the variety were taken, and the experiment was repeated 3 times. Potato tubers were planted in a double-row tape method in a total of 3 spots with 2 rows in each spot. It is supposed to carry out observations at the stages of development.

First of all, in order to protect the tubers from mold fungi, a small amount of 1-2% $KMnO_4$ (Potassium permanganate) was added to 1000 g of water for the purpose of disinfection, mixed

until it was completely dissolved, and used. The microtubers were inserted into the soil using tweezers and held there for approximately five seconds each time before being planted. Subsequently, it was planted in the prearranged form at three different intervals and three different depths.

In the first option, it was made at a distance of 20 - 30 - 40 cm, with a depth of 4 - 6 - 8 cm. For this, the first ones came from the head at a depth of 4 cm at an interval of 20 cm. Then the second ones were made at 6 cm depth at 30 cm intervals and finally the third sections at 8 cm depth at 40 cm intervals. There should be 5 microtubers at each interval. Planting was done by measuring the depth and intermediate parts with a ruler.

Holes of 20 cm were planted in the usual "V" shape, those of 30 cm were planted in a rectangular shape above ground, and those of 40 cm were planted in an underground rectangular shape.

According to the methodology, we used microtubes of the same size in holes of different shapes.

A 30-centimeter gap was kept between each of the five plants. One of the most important considerations when planting tubers is their proximity to heat-transfer mechanisms, such as pipes, and water pipe holes.

The Sevinc variety was planted in the first and second rows (4 lacs in total), and the Telman variety was planted in the third row (2 lacs in total). In general, the experiment was repeated 3 times, the tubers were sown by the two-row tape method in a total of 9 plots with 2 rows in each plot. First fertilization it was done 1 month after the first sprouts emerged. For this, we filled 2 containers (1 container = 5 liters) of water (it is better if it is warm).

The amount of fertilizers weighed on the scales (for 10 liters of water); ammophos fertilizer – 20 gr; potassium sulfate or potassium sulfate - 10 gr; saltpeter or ammonium nitrate -15 gr; microelements (Fe, Cu, B, Zn) – 10 gr. On top of it, he added the amount of fertilizers measured with an electronic weighing device, and mixed until the fertilizers were completely mixed - dissolved. The obtained mixture (solution) is poured into the bottoms of 200 g per 1 plant. Also, Bravo K fertilizer was mixed with water (20 g per 10 liters of water) through a leaf sprayer to organize the growth of tubers by providing nutrition to the plant outside the root. Regular drip irrigation was done for normal vegetation.

In total, 205 sprouts emerged from 224 tubers, which indicates the formation of 90% sprouts.

RESULT

As can be seen from the diagram, the development dynamics of microtubers was monitored depending on the depth. Under the same agrotechnical care and conditions, microtubers with different numbers and weights were obtained.

From the comparison between the microtubers in the spots here, it is clear that the microtubers planted at a depth of 6 cm grew more intensively than the others.

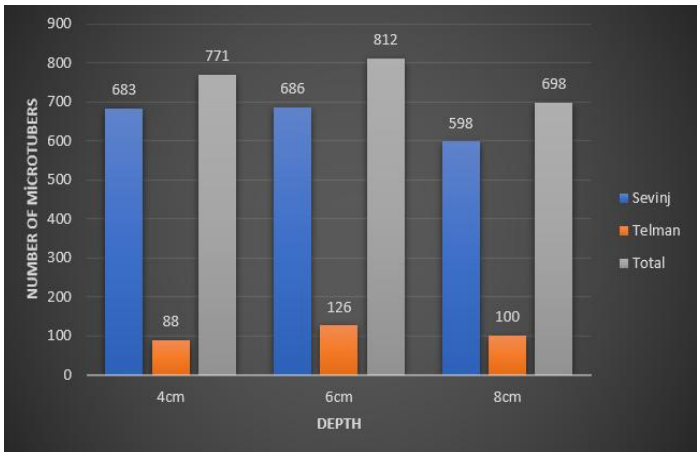


Diagram 1. Development dynamics of microtubers depending on the depth (cm).



Picture 1. The appearance of *Sevinc* and *Telman* varieties

CONCLUSİON

Overall, this study's findings indicate that medium-sized tubers develop more intensely when planted at a height of 6 cm and are hilled. Even the tubers at 8 cm are larger than the others still the total yield is lower than at the variant with 6 cm planting under hilling conditions. 74kg 444g product was obtained from total microtubers.

REFERENCE

1. BIOTECHNOLOGICAL APPROACHES IN POTATO-2019 / Dr. Cennet YAMAN,Dr. Hussein Abdullah Ahmed AHMED, Dr. Güray AKDOĞAN, Prof. Dr. Serkan URANBEY / səh.11-13
2. Dünyamalıyev M., Məmmədhəsənov N. “KARTOFÇULUQ” (Azərbaycan dilində).
3. Genofond materiallarının hazırlanması və saxlanması, geniş miqyaslı in vitro artırılma, kartof yumrularının istehsalı -2022/ Elmar Allahverdiyev, Ələmdar Əsgərov, Hikmət Nəsibov/ səh.7-9
4. Methods of biotechnology in the improvement of promising potatohybrids (Solanum tuberosum L.) V. KIM*, A. S. CHIBIZOVA, E. V. SHISCHENKO, P. V. FISENKO, T. N.CHEKUSHKINA, E. N. BARSUKOVA, D. I. VOLKOV AND A. G. KLYKOV, p.97-98.
5. Physiological and Biochemical regulation of dormancy and sprouting in potato tubers (Solanum

Tuberosum L.) p.56-58.
6. Regulation of potato tuber sprouting(2013)Sophia Sonnewald.Uwe Sonnewald, p.27-28.
7. Ərazidə sağlam toxumluq kartofun istehsalı prosedurları/ Elmar Allahverdiyev, Ələmdar Əsgərov, Hikmət Nəsibov/p.15-22
8. http://agropedia.iitk.ac.in/content/potato-different-cropping-systems

FƏRQLİ BECƏRMƏ TEXNOLOGİYALARI ƏSASINDA KARTOF YETİŞDİRİLMƏSİ.

Müjgan Məsimli[1]
Azərbaycan Dövlət Kənd Təsərrüfatı Universiteti, Gəncə, Azərbaycan
Bağçılıq fakültəsi
https://orcid.org/0009-0003-5400-2474
Aspirant[1], Kiçik elmi işçi masimlimujgan@gmail.com (m.tel.:+0505006046)

XÜLASƏ

Tərəvəzçilik bir elm sahəsi kimi formalaşmış və insanların ən çox istifadə etdiyi tərəvəz bitkilərini araşdırır. İnsanlar təxminən məhsulun 85%-nə qədərini əldə edə bilərlər, bu isə taxıl məhsullarında təxminən 50%-dir. Generativ toxumlardan yetişdirilən məhsullardan daha çox, kartof məhsulunun böyüməsi, inkişafı, məhsuldarlığı və keyfiyyətinə mikro yumruların keyfiyyəti, o cümlədən onların genetik, fiziki və fizioloji keyfiyyəti və toxumun sağlamlıq vəziyyəti güclü təsir göstərir. Bu artan əhalini davamlı və qida maddələri ilə zəngin şəkildə təmin etmək üçün qlobal qida sistemi əhəmiyyətli dərəcədə təkmilləşdirilməlidir. Bu sistem mövcud ekoloji təsiri minimuma endirməklə yanaşı, eyni zamanda fermerləri yaşayış minimumu, istehlakçıları isə faydalı məhsullarla təmin etməlidir. Qeyri-bərabərliyə və ya mənfi ekoloji təsirlərə səbəb olmadan eyni və ya daha az resurslarla qida istehsalının necə artırılması mühüm mövzudur. Kritik problem qeyri-bərabərliyi artırmadan və mənfi ekoloji təsirlər yaratmadan eyni və ya daha az resursla daha çox qida istehsal etməkdir.

Bu məqalədə kartofun hər bir ölkədə, həm Azərbaycanda, həm də digər ölkələrdə, əsasən qida və digər sənaye sahələri üçün becərilməsinin vacibliyi barədə məlumat verilir. Kartofun məhsuldarlığını qoruyub saxlamaq üçün yaxşı toxumun yetişdirilməsi vacibdir. Patogensiz bitkilər yaratmaq üçün təkrarlanan və maliyyə cəhətdən mümkün bir yol meristem üsuludur. Bu üsul, mini yumruların istixanada becərilməsi və in vitro kartof inkişafı üçün tez-tez istifadə olunur. Nəticə etibarilə, yüksək texnologiyalı toxumçuluq sistemi ənənəvi toxumluq kartof istehsalı sisteminin məhdudiyyətlərini həll etmək üçün yeganə alternativdir. Beləliklə, in vitro bitkilərin, mikro yumruların və mini yumruların istifadəsi ilə çoxalma prosesləri sürətləndirilir.Tədqiqat işləri Azərbaycan Dövlət Aqrar Universitetinin laboratoriyasında, təcrübə sahəsində (açıq) və istixana (qapalı) şəraitində *Sevinc* və *Telman* sortları üzərində aparılır. Hər iki sort yüksək məhsuldarlıq, istehsal keyfiyyəti və ləzzət baxımından müqayisə oluna bilən sort hesab olunur. Bu sortlar kommersiya tətbiqləri üçün geniş şəkildə istifadə olunur.

Nəticələr göstərir ki, müxtəlif şəraitdə kartof istehsalı məhsuldarlığı və məhsulun keyfiyyətini artırır Tətbiq olunan sxemlər və əkin metodları növbəti mövsümdə daha ətraflı və təsdiqlənə bilən nəticələr əldə etmək və düzgün tövsiyələrin verilməsi məqsədilə yenidən araşdırılacaq.

Açar sözlər: *kartof, mikro yumru, mikroklonal çoxalma, becərmə texnologiyası.*

ВЫРАЩИВАНИЕ КАРТОФЕЛЯ НА ОСНОВЕ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ

Муджган Масимли
Азербайджанский Государственный Сельскохозяйственный Университет, Гянджа, Азербайджан
Департамент садоводства
https://orcid.org/0009-0003-5400-2474
Аспирант[1], младший научный сотрудник masimlimujgan@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Овощеводство сформировалось как наука и изучает овощные культуры, которые люди используют чаще всего. Люди могут забирать до 85% урожая, в отличие от примерно 50% в зерновых культурах. Больше, чем в культурах, которые выращиваются из генеративных семян, рост, развитие, урожайность и качество урожая картофеля сильно зависят от качества микроклубней, включая их генетическое, физическое и физиологическое качество и состояние здоровья их семян. Глобальная продовольственная система должна быть значительно улучшена, чтобы прокормить это растущее население устойчивым и богатым питательными веществами образом. Эта система должна минимизировать текущее воздействие на окружающую среду, одновременно обеспечивая фермеров прожиточным минимумом, а потребителей полезными продуктами. Как увеличить производство продуктов питания с теми же или меньшими ресурсами, не вызывая неравенства или неблагоприятных экологических последствий, является важной темой. Критическая проблема заключается в том, как производить больше продуктов питания с теми же или меньшими ресурсами, не увеличивая неравенство или не создавая негативных экологических последствий. В этой статье представлена информация о важности выращивания картофеля, используемого в каждой стране - как в Азербайджане, так и в других странах, чаще всего для пищевой и других отраслей промышленности. Выращивание качественных семян имеет решающее значение для поддержания урожайности и продуктивности картофеля. Повторяемым и финансово осуществимым методом создания растений, свободных от патогенов, является культура меристем. Они часто используются при выращивании мини-клубней в теплицах и развитии клубней in vitro. Следовательно, высокотехнологичная система производства семян является единственной альтернативой для устранения ограничений традиционной системы производства семенного картофеля, при которой процессы размножения ускоряются за счет использования проростков in vitro, микроклубней и мини-клубней. Научно-исследовательские работы проводятся в лабораторных условиях, на опытном поле Азербайджанского государственного аграрного университета (открытом) и в тепличных (закрытых) условиях на сортах Sevinc и Telman. Оба типа считаются сопоставимыми по высокой урожайности, качеству продукции и вкусу. Эти виды широко используются для коммерческих целей.

Результаты показывают, что выращивание картофеля в различных условиях повышает производительность и качество продукции. Схемы и методы посадки будут снова изучены в предстоящем сезоне, чтобы обеспечить более тщательные и проверяемые выводы для внесения соответствующих предложений.

Ключевые слова: *картофель: микроклубень, микроклональная репродукция, технология выращивания.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0825

THE ROLE OF ENVIRONMENTAL FACTORS IN OBTAINING ECOLOGICALLY HEALTHY LIVESTOCK PRODUCTS

Hasanova Amaliya
Azerbaijan State Pedagogical University,
Biology and technology of its teaching
[1]*Associate professor*, PhD in Biology,
https://orcid.org/ 0000-0002-2196-3215,amalya.hasanova59@mail.ru

ABSTRACT

One of the important measures taken to provide the population of the independent Republic of Azerbaijan with livestock products is to increase the productivity of farm animals. Bringing to the forefront the issues of food security all over the world acquires special relevance for the healthy future of human society. Of special importance from this point of view is the study of bioecological features of helminthic pathogens that lead to a decrease in animal productivity and product quality, in particular, to the occurrence of lethal outcomes among animals. To develop control measures against these helminthic pathogens that cause animal mortalities, it is necessary to study their biology, taxonomic features, epidemiology, epidemiology, epizootology and ecology. Since the ecology is constantly changing, it is necessary to study the intensity of helminth pathogens depending on environmental factors, including anthropogenic factors. As an object of research, the epizootological and epidemiological assessment of helminth fauna of livestock provides the development of scientific bases of prophylactic and sanitary veterinary measures against pathogens of dangerous helminthoses.

Keywords: helminth pathogens, livestock, environmental factors, anthropogenic factors.

INTRODUCTION

Most of the territory of the Republic of Azerbaijan is favorable for keeping farm animals, including small ruminants, due to physiographic conditions. Our research work is aimed at studying the spread of helminthic pathogens among small ruminants, studying the dependence of the spread of these helminthic pathogens on ecological and anthropogenic factors. In order to protect livestockfrom helminth pathogens, to increase productivity, bioecological features and ways of formation of pathogens of these diseases should be studied, and measures to control them should be developed. Heavy infection with helminth pathogens in animals leads to functional and organizational changes in the animal organism. Favorable physical and geographical conditions of development and circulation of helminths lead to their spread to more extensive territories, including mass infection of sheep. The lack of helminthological studies in regions where research work is carried out requires the study of helminth fauna of resident and wild animals while studying the ways of its formation.

When studying the bioecological features of distribution and pathways of helminths of livestockin the northwestern and southern regions of the Greater Caucasus, northeastern regions of the North Caucasus, which are the territories of research, serious conclusions about the role of

environmental factors in the infection of animals with helminth pathogens were obtained [1].

RESULTS AND DISCUSSION

The prevalence of helminths among sheep and domestic goats in farms located in different landscape areas where studies have been conducted and the dependence of the intensity of infection on the seasons of the year are constantly being confirmed in helmitological studies. Based on the results of the studies conducted on the study of helminth distribution among sheep in different landscape areas where the studies were conducted, it was found that most helminth species have favorable climatic conditions for distribution. Infection occurs at any time of the year, because in mountainous and foothill areas there are favorable landscape-ecological conditions for the spread of many helminth species, biotic and abiotic environmental factors. In mountainous areas, summer and fall seasons are observed with foggy climatic conditions. Since the development of nematode species is accompanied by crustal changes, their distribution is directly related to climatic and humidity conditions [2].

Helminths as a component of living nature play a significant role in the dynamics of biocenosis development. They parasitize in various organs and tissues, entering the final and intermediate hosts by various biotic and abiotic pathways, creating significant obstacles to their normal development, ability to reproduce, reproduction and productivity. Meat, milk and wool products of animals infected with helminth pathogens are significantly reduced, and their quality deteriorates. Their infected internal organs are not only unsuitable for food, but also cannot be used for other purposes. Infertility of female animals is to some extent caused by helminth pathogens. The north-western and southern and north-eastern regions of the Greater Caucasus, where the research was conducted, are also diverse in terms of humidity. Here, the degree of humidity increases as the plain with little precipitation rises from areas to foothills and mountainous regions with abundant rainfall. This feature allows infection of small animals with helminthic pathogens, including intermediate helminth hosts, to spread in these areas [3].

When analyzing the collected helminthological materials, their grouping is also determined by the ecological-helminthological study proposed by S.M.Asadov was carried out on vertical landscapes. Dependence of infection of small animals by helminth pathogens on seasons of the year direct influence of environmental factors on the intensity of infection is reflected in Diagram 1.

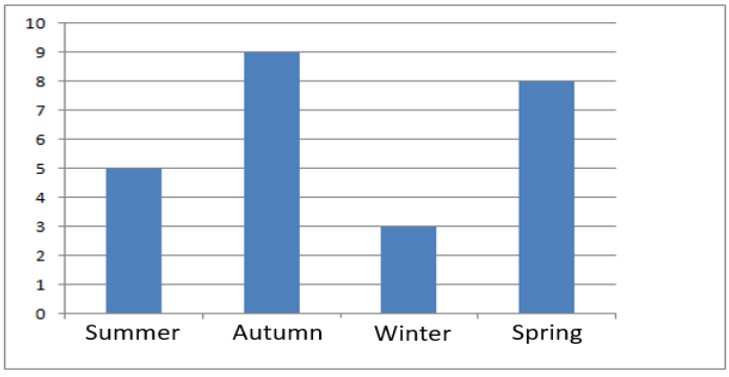


Diagram 1. Seasonal dependence of infection of small horned animals with helminthic pathogens

It should be noted that important conclusions about the role of environmental factors in the

infection of animals with helminth pathogens have also been made in helminthological studies conducted at the global level.

References

1.Asadov S.M. Helminth fauna of ruminants of the USSR and its ecological and geographical analysis. Publ. house ASc Azer.SSR Baku, 1960, p. 140-153.
2.Hasanova A.M., Spread of moniesiosis pathogens in livestock in the Ganja-Gazak Region of the Republic of Azerbaijan: Bio-ecological features, Amur Zoological Journal, vol. XIV, No. 3, 2022
3.Hasanova A.M., Study of the distribution of monozygia in livestock in different landscape-ecological areas of the northeastern slopes of the big territories of the north-eastern slopes of the Greater Caucasus of the republic of Azerbaijan XII-İnternational Scientific-Practical Conference, Makhachkala, April 18-19, 2024.

EKOLOJİ SAĞLAM HEYVANDARLIQ MƏHSULLARININ ALINMASINDA MÜHİT AMİLLƏRİNİN ROLU

Həsənova Amaliya Murad qızı

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti
Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
ORCID: **0000-0002-2196-3215,** amalya.hasanova59@mail.ru

XÜLASƏ.

Müstəqil Azərbaycan Respublikasının əhalisini heyvandarlıq məhsulları ilə təmin etmək üçün görülən mühüm tədbirlərdən biri də kənd təsərrüfatı heyvanların məhsuldarlığının artırılmasıdır. Dünya səviyyəsində qida təhlükəsizliyi məsələlərinin ön plana çəkilməsi insan cəmiyyətinin sağlam gələcəyi üçün xüsusi aktuallıq kəsb edir.

Xırdabuynuzlu heyvanların inkişafına və məhsuldarlığına ciddi iqtisadi ziyan vuran başlıca helmintoz törədicilərinin növ tərkibini, onların müxtəlif xarakterli landşaft-ekoloji zonalar və regionlar üzrə yayılmalarını, onların yayılma ocaqlarını, ilin fəsilləri və yaş qrupları üzrə yoluxmalarını, yoluxma mənbəələrini öyrənmədən onlara qarşı effektli mübarizə aparmaq mümkün deyildir. Heyvanların məhsuldarlığının azalmasına, məhsulun keyfiyyətinin aşağı düşməsinə, xüsusən, heyvanlar arasında ölüm hallarının baş verməsinə səbəb olan helmintoz törədicilərinin bioekoloji xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi bu nöqteyi-nəzərdən xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Heyvanlar arasında ölüm hallarının baş verməsinə səbəb olan bu helmintoz törədicilərinə qarşı mübarizə tədbirlərinin işlənib hazırlanması üçün onların biologiyası, taksonomik xüsusiyyətləri, epidemiologiyası, epizootologiyası və ekologiyası öyrənilməlidir. Ekologiya daim dəyişdiyi üçün helmintoz törədicilərinin ekoloji amillərdən, o cümlədən antropogen amilərdən asılı olaraq yayılma intensivliyi tədqiq olunmalıdır.

Tədqiqat əraziləri olan Böyük Qafqazın şimal-sərq və cənub, Kişik Qafqazın şimal-şərq ərazilərində xırdabuynuzlu heyvanların helmintlərinin yayılmasının bioekoloji xüsusiyyətlərini və formalaşması yollarını araşdırarkən mühit amillərinin heyvanların helmintoz törədiciləri yoluxmasında rolu barədə ciddi nəticələr əldə edilmişdir.

Tədqiqat obyekti olaraq, xırdabuynuzlu heyvanların helmint faunasının epizootoloji və epidemioloji qiymətləndirilməsinin aparılması təhlükəli helmintoz törədicilərinə qarşı pofilaktik və sanitar-baytarlıq tədbirlərinin elmi əsaslarının hazırlanmasını təmin edir.

Açar sözlər: helmintoz törədiciləri, xırdabuynuzlu heyvanlar, mühit amilləri, antropogen amillər.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0828

RESEARCH ON THE BENEFİTS OF SESAME AND THE USE OF SESAME OİL

Fariz Amirli[1], Narmin Guliyeva[2], Nargiz Omarova[3], Firangiz Rahimova[4], Samira Bayramova[5], Aynur Mammadova[6], Gunel Azizova[7], Konul Iravanli[8], Vusala Rzayeva[9], Guliyeva Gunel[10]

[1,2,3,4,5,6,7,8,9] Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan
[2] AR ETN Radiasiya Problemləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan
1 http://orcid.org/0000-0002-9095-2982
2 guliyevanarmin.1991@gmail.com
3 http://orcid.org/0000-0002-8721-1059
4 http://orcid.org/0000-0002-7626-1472
5 http://orcid.org/0000-0001-8142-3483
6 http://orcid.org/0000-0002-1938-1320
7 http://orcid.org/0000-0003-1913-4554
8 http://orcid.org/0000-0002-9696-0887
9 http://orcid.org/0000-0003-4352-099X
10. https://orcid.org/0009-0004-1253-770X

Abstract

Sesame oil can play an important role in maintaining health, from preventing cardiovascular disease to diabetes. In this article, we will look at how sesame oil can benefit our health, explore its mechanisms of action, and discuss how it can be integrated into the diet for maximum benefits. The caloric content of sesame oil is high - about 884 kcal for refined and 898 kcal for unrefined. This is due to its high fat content. It has been established that sesame oil contains 80% unsaturated fatty acids, which are needed to reduce cholesterol, strengthen the immune system and control weight. Sesame oil is an important component of the diet of people prone to cardiovascular diseases. The high content of polyunsaturated and monounsaturated fatty acids in sesame oil has a positive effect on cholesterol levels, improves metabolism and even has antibacterial properties. Sesame oil is more effective than olive oil in preventing the development of cholesterol.

The product strengthens the heart muscle and increases the elasticity of vascular walls. The antihypertensive activity of sesame oil helps to normalize blood pressure.

Lignans sesamin and sesamol are antioxidants that protect cells from damage and improve heart health.

Key words: *Sesame, sesame oil, human, metobolism, benefit, health.*

Introduction

Sesame oil is a versatile culinary ingredient that can significantly enrich the taste of your dishes. It can be used to dress salads, which will give them a rich nutty flavor. Adding sesame oil to marinades will enhance the taste of meat/fish and make their aroma more expressive.

However, it is worth considering that sesame oil is an energy-intensive product that the body needs in minimal quantities (1 tbsp per day). If you exceed the consumption of any oils, there is a risk of weight gain due to the fat component. Also, sesame oil can cause an allergic

reaction, so you should use it with caution. It is also important to choose high-quality oil. Raw-pressed analogues have unaltered beneficial properties from nature.

The beneficial properties of sesame oil are impressive - it is rich in antioxidants such as sesamin and sesamolin, which protect cells from damage and help normalize cholesterol levels due to the content of unsaturated fatty acids. The oil has anti-inflammatory properties, and its moisturizing properties make it an excellent skin care product. In addition, sesame oil can help improve digestion and relieve symptoms of constipation. Sesame oil is not only a tasty but also a healthy product that is worth including in your diet.

Metods

The average calorie content of sesame oil is 884 kcal per 100 ml of product. At the same time, it consists of 100% fat.

Sesame oil contains nutrients, including lignans, tocopherols, phytosterols, natural antioxidants and biologically active compounds. They contribute to reducing the accumulation of fatty deposits in the body, lowering the level of "bad" cholesterol in the blood, preventing or slowing down the processes of degeneration of organs and tissues.

Nutritional properties of sesame oil make it more useful than classic sunflower oil, especially thanks to the richness of polyunsaturated fatty acids (PUFA). The content of fatty acids in sesame plays an important role in many biochemical processes and is directly related to cardioprotective (protects the heart), hypolipidemic (reduces the concentration of "bad" cholesterol), antiatherogenic (prevents the development of cardiovascular diseases) and anti-inflammatory effects.

SESAME SEEDS, WHOLE, DRIED	NUTRIVORE SCORE: 299	NUTRIENT DENSITY: MEDIUM
SERVING SIZE: 1 OUNCE (28 GRAMS)	PROTEIN: 5.0 GRAMS	NET CARBOHYDRATES: 3.3 GRAMS
CALORIES: 160	TOTAL FAT: 13.9 GRAMS	DIETARY FIBER: 3.3 GRAMS

Sesame oil contains sesamolin, sesamin, homologues of tocopherol and other natural antioxidants. These substances protect the cells of the body from various diseases, suppressing the effect of free radicals formed during biochemical processes. Despite the fact that sesame oil contains about 80% PUFA, it has high stability due to the presence of natural phenolic antioxidants, such as lignans (sesamol, sesamolin and sesamin) and tocopherols, which play a key role in protection against oxidation.

FUNCTIONAL FATS		
MUFA	5.3 g	26% DV
ALA	105.3 mg	7% DV
EPA + DHA	0.0 mg	0% DV
CLA	~	~
Linoleic Acid	6.0 g	35% DV
MCT's	0.0 g	~

How to use it in cooking?

Sesame oil is widely used in cooking due to its unique taste and nutritional properties.
Sesame oil is excellent for preparing various dressings and sauces. It adds a rich nutty flavor and aroma that can improve the taste of food. It is often used as a marinade for fish, chicken, vegetables and meat.
This oil has a high boiling point, which makes it suitable for frying and frying dishes. However, due to its intense taste, it is better to use it in combination with other oils.
Sesame oil can be used for greasing the mold before baking dishes or adding it to the dough for baking bread or cookies. It is also excellently combined with various types of salads, especially with Asian or oriental ones. Butter will give salads a unique flavor and aroma.
Sesame oil can be safely added to ready-made dishes before serving to improve the taste and aroma.

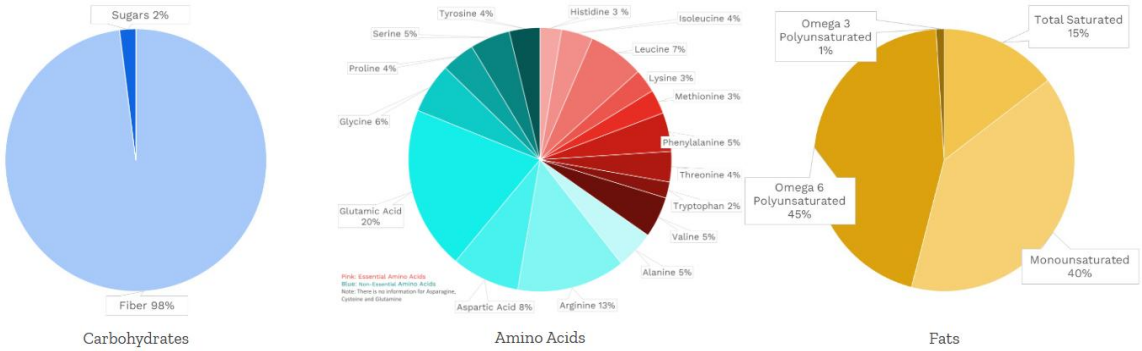
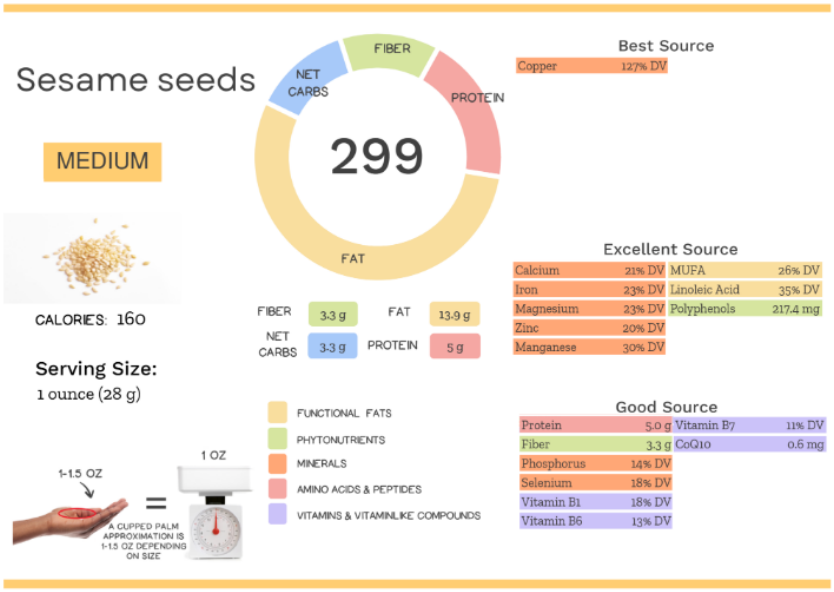


Fig.1 Components in sesame seeds

In addition, sesame oil can also be used to prepare homemade desserts, add to porridge, and also to prepare Asian dishes. It is important to remember that sesame oil has an intense taste, so it should be used wisely so as not to overdo it and not completely cover the taste of the dish.



Application in cosmetology

Sesame oil has excellent moisturizing properties that help to soften and fill dry skin with nourishing moisture. The rich content of vitamins and minerals makes sesame oil an excellent home skin care product.

Antioxidants in the composition of sesame oil help protect the skin from the harmful effects of the environment and prevent premature aging. Vitamin E reduces the risk of skin diseases and inflammatory processes.

Mask with sesame oil for dry skin

Mix one tablespoon of sesame oil, one tablespoon of honey and one tablespoon of yogurt, mix the ingredients until a homogeneous mass is obtained. Apply the mask on pre-cleansed skin, avoiding the area around the eyes, and leave it for 15-20 minutes. Wash off the mask with warm water and pat your face with a towel. For better efficiency, repeat the procedure 1-2 times a week.

Strengthens hair

Among other things, sesame oil helps strengthen hair, making it healthier and stronger. Oil-based products moisturize the dry tips of the hair, preventing their brittleness. Regular use of sesame oil gives hair a natural shine and a healthy look.

Often sesame oil is also used for relaxing and nourishing body and face massage.



Fig. 2. Sesame oil overview

Harm of sesame oil

- Some people may experience an allergic reaction to sesame oil, which manifests itself in the form of itching, skin rash, swelling or difficulty breathing.
- Like other oils, sesame oil has a high calorie content. People watching their weight or suffering from obesity should be careful when using this product.
- Gallstone disease, exacerbation of pancreatitis, propensity for diarrhea - all these diagnoses also impose a ban on the introduction of sesame oil into the diet.
- Among other things, it should be specified that sesame oil has the property of increasing blood coagulation, which is why it should be avoided with varicose veins and thrombosis.

Result

When choosing oil, first of all, you should pay attention to the expiration date. In addition, there should be no extraneous tastes and smells in it. The color of the finished product depends on

the type of raw material. Light sesame oil is made from unroasted sesame seeds and has a mild taste. Dark sesame oil is made from roasted sesame seeds and has a deeper nutty taste.

The oil should be stored in accordance with the manufacturer's recommendations indicated on the label. At the same time, like all vegetable oils, it is recommended to store sesame in a dark place, away from direct sunlight and heat. In the case of purchased oil, it is very important to close the lid tightly after use, otherwise you risk getting a spoiled and bitter product after a couple of days.

References

1. Konak Ü. İ., Certel M., Helhel S. (2009). Gıda Sanayisinde mikrodalga uygulamaları, Gıda
2. Teknolojileri Elektronik Dergisi, 4(3): 20-31.
3. Turgut T. (2016). The effect of microwave heating on the some quality properties and shelf life
4. of yoghurt. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 22 (6): 809-814.
5. https://doi.org/10.9775/kvfd.2016.14875.
6. Deghan A., Jamalian J., Farahnaky A., Mesbahi G., Moosavi-Nasab M. (2012). The effect of
7. microwave pasteurization on some physical and chemical characteristics of milk. International
8. Journal of food Engineering 8(1): 1-12. https://doi.org/10.1515/1556-3758.2423.
9. Agrawal D. (2006). Microwave sintering of Ceramics, Composites and Metallic Materials and
10. Melting of glasses., Transactions of the İndian Ceramic Society, 65 (3), 129-144.
11. https://doi.org/1080/0371750X.2006.11012292.
12. Eroğlu A., Selcuk Cirig N. (2019). Mikrodalga Enerjisinin Buğdayda Çimlenme, Erken Fide
13. Büyümesi ve Mitotik Bölünme Üzerine Etkisi, Doğu Fen Bilimleri Dergisi / Journal of Natural&Applied Sciences of East, 2 (2): 61-68.
14. Keglevich G., (2022). The Application of Microwaves in the Esterification of P-Acids, Current Microwave Chemistry, 9, 62-64. https://doi.org/10.2174/2213335610666230105162405.
15. Kale M. J., Bhat N., (2011) Effect of microwave pretreatment on the dyeing behaviour of polyester fabric, Coloration Technology, Volume127, Issue6, pp. 365-371, https://doi.org/10.1111/j.1478-4408.2011.00332.x
16. Montano, J.,G.,Torrades, F., Leonidas, A., Estrada, P., Ollder, I., Malato, S., Maldonado, M.,I., Peral, J., Degradation Pathways Of The Commerical Reactive Azo Dye Procion Red H-E7b
17. Under Solar - Assisted Photo – Fenton Reaction, Environmental Science Technology, 42(17), 6663-6670, 2008.

KÜNCÜTÜN FAYDALARI VƏ KÜNCÜT YAĞININ İSTİFADƏSİNİN ARAŞDIRILMASI

Fariz Əmirli[1], Nərmin Quliyeva[2], Nərgiz Ömərova[3], Firəngiz Rəhimova[4], Samirə Bayramova[5], Aynur Məmmədova[6], Günel Əzizova[7], Könül İrəvanlı[8], Vüsalə Rzayeva[9], Quliyeva Günel[10]

[1,2,3,4,5,6,7,8,9] Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan

[2] AR ETN Radiasiya Problemləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

1 http://orcid.org/0000-0002-9095-2982

2 guliyevanarmin.1991@gmail.com

3 http://orcid.org/0000-0002-8721-1059

4 http://orcid.org/0000-0002-7626-1472

5 http://orcid.org/0000-0001-8142-3483

6 http://orcid.org/0000-0002-1938-1320

7 http://orcid.org/0000-0003-1913-4554

8 http://orcid.org/0000-0002-9696-0887

9 http://orcid.org/0000-0003-4352-099X

10. https://orcid.org/0009-0004-1253-770X

XÜLASƏ

Küncüt-Sesamum indicum keçmiş zamanlardan belə yağ alınan bitkilərdəndir. Əsasən Hindistanda bitir. Arxeoloqların araşdırmaları göstərib ki, qədim məskənlərdə ilk dəfə küncüt yağının qalıqlarını tapıblar. Bugün küncütün mədəni sortları əsasən Afrika, Asiya, Amerikada yetişdirilir. Yaponiya və Çin dünyada küncütü daha çox idxal edib, müxtəlif məqsədlərdə istifadə edən ölkələrdəndir. Küncüt yağı isə bütün Yaxın Şərqdə daha geniş istifadə edilir. Küncüt yağı qara və ağ toxumlarından əldə edilir. Qovrulmuş toxumlarından soyuq sıxılma üsulu ilə çıxarılır. Ən keyfiyyətlisi isə qara küncütdən alınan yağ hesab olunur. Bu yağın tərkibində yarıdoymuş yağ turşuları və mikroelementlər kifayət qədər çoxdur. Bu məhsulda sezamolin və sezamin antioksidant da mövcuddur ki, bu da hüceyrələri sərbəst radikallardan qoruyur, həmçinin E vitamininin təsirini artırır. Şərqdə küncüt yağından yanıqlarda, bədənin təmizlənməsində, bağırsaq imaləsində, üzə qulluqda və müxtəlif müalicəvi masajlarda istifadə edirlər. Küncüt yağının faydaları çoxdur. İltihab əleyhinə və antioksidant təsiri mövcuddur. Florida Universitetinin alimlərinin siçanlar üzərində təcrübəsinə əsasən küncüt yağının iltihab əleyhinə təsirini araşdırıb. Deməli, onlar heyvanların qidasına küncüt yağı, onun suda ekstraktını əlavə edib. 2,5 ay araşdırmadan sonra siçanlar aterosklerozdan xisal olub, yüksək təzyiq normallaşdırılıb, xolesterin azalıb və iltihab səviyyəsi aşağı düşüb. Küncüt yağı travmalardan sonra ağrıları kəsir. Digər araşdırmalarda İran alimləri aşağı ətrafların travmaları ilə xəstəxanada pasiyentlər arasında sorğu aparıblar. Bir çox xəstələr dərman müalicəsi ilə yanaşı travma yerinə və zədələnənhissələrinə təmiz küncüt yağı çəkdiklərini deyib. Araşdırmadan 4 gün sonra onlarda ağrılar kəskin azalıb həmçinin travmalar digərlərinə nisbətən tez sağalıb. Küncüt yağı ürəyi qüvvətləndirir. Digər araşdırma aparılaraq İranın Karidovaskulyar Mərkəzində 48 pasiyentin qida rasionuna 4qaşıq gündəlik küncüt yağı əlavə ediblər. Bir ay ərzində onlarda xolesterin yoxlanılıb və nəticə də küncüt yağı qəbul edən qrupda qanda xolesterin çox aşağı çıxıb.

Küncütdə olan yarımdoymuş yağ turşuları demək olar ki, ürək qan damar xəstəliklərinin profilaktikası üçün zeytun yağından da üstün hesab edilir.

Keywords:. *küncüt, küncüt yağı, orqanizm, metabolizm, fayda, sağlamlıq.*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕИМУЩЕСТВ КУНЖУТА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КУНЖУТНОГО МАСЛА

Фариз Амирли[1], Нармин Гулиева[2], Наргиз Омарова[3], Фирангиз Рагимова[4], Самира Байрамова[5], Айнур Мамедова[6], Гюнель Азизова[7], Конуль Иреванлы[8], Вусала Рзаева[9], Гулиева Гюнель[10]

[1,2,3,4,5,6,7,8,9] Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан
2 Институт радиационных проблем Министерства национальной обороны Азербайджанской Республики, Баку, Азербайджан
[1] http://orcid.org/0000-0002-9095-2982
[2] guliyevaranarmin.1991@gmail.com
[3] http://orcid.org/0000-0002-8721-1059
[4] http://orcid.org/0000-0002-7626-1472
[5] http://orcid.org/0000-0001-8142-3483
[6] http://orcid.org/0000-0002-1938-1320
[7] http://orcid.org/0000-0003-1913-4554
[8] http://orcid.org/0000-0002-9696-0887

[9] http://orcid.org/0000-0003-4352-099X
[10]https://orcid.org/0009-0004-1253-770X

РЕЗЮМЕ

Кунжут (*Sesamum indicum*) — одно из древнейших масличных растений. В основном произрастает в Индии. Археологические исследования показали, что остатки кунжутного масла были впервые обнаружены в древних поселениях. В настоящее время культурные сорта кунжута в основном выращиваются в Африке, Азии и Америке. Япония и Китай являются крупнейшими импортёрами кунжута в мире и активно используют его в различных целях. Кунжутное масло широко применяется на всём Ближнем Востоке.

Масло получают из чёрных и белых семян кунжута. Отжим производится методом холодного прессования обжаренных семян. Самым качественным считается масло, полученное из чёрного кунжута. Оно богато полиненасыщенными жирными кислотами и микроэлементами. Также в его составе содержатся антиоксиданты сезамолин и сезамин, которые защищают клетки от свободных радикалов и усиливают действие витамина Е. На Востоке кунжутное масло используется при ожогах, для очищения организма, клизмах, уходе за кожей лица и в различных лечебных массажах.

Польза кунжутного масла многообразна. Оно обладает противовоспалительными и антиоксидантными свойствами. Учёные Университета Флориды провели эксперимент на мышах, добавив в их рацион кунжутное масло и его водный экстракт. По итогам 2,5-месячного исследования у подопытных исчезли симптомы атеросклероза, нормализовалось артериальное давление, снизился уровень холестерина и уменьшилось воспаление.

Кунжутное масло также помогает уменьшить боль после травм. В другом исследовании иранские учёные провели опрос среди пациентов с травмами нижних конечностей в больнице. Многие из них наряду с медикаментозным лечением наносили чистое кунжутное масло на повреждённые участки. Через 4 дня у этих пациентов боли значительно уменьшились, а заживление происходило быстрее по сравнению с другими.

Кунжутное масло укрепляет сердце. В иранском Кардиоваскулярном центре провели исследование, добавив в рацион 48 пациентов по 4 столовые ложки кунжутного масла ежедневно. Через месяц у них проверили уровень холестерина, и в группе, употреблявшей масло, показатели холестерина были значительно ниже.

Полиненасыщенные жирные кислоты, содержащиеся в кунжуте, считаются даже более эффективными в профилактике сердечно-сосудистых заболеваний, чем оливковое масло.

Ключевые слова: кунжут, кунжутное масло, организм, метаболизм, польза, здоровье**.**

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0835

EFFECTS OF SHADING APPLICATION ON YIELD AND QUALITY IN TEA CULTIVATION

[1]Akbulut M. [2]Çengel, Ş.T.

[1,2]Recep Tayyip Erdoğan University, Department of Horticulture

[1]Professor, mustafa.akbulut@erdogan.edu.tr, ORCIDE ID: 0000-0003-1028-162X
[2]Research Assistant, tunahan.cengel@erdogan.edu.tr, ORCIDE ID: 0009-0003-0336-6825

ABSTRACT

The tea plant (*Camellia sinensis* L.) is sensitive to climatic conditions, particularly excessive heat and intense sunlight. Shading can protect tea plants from these environmental stresses, enhancing their health and productivity. Shading effectiveness depends on the material's color, thickness, texture, and type. Color influences light transmission and distribution, while thickness determines the shading intensity and controls light and temperature. Texture and material type affect air permeability and water evaporation. Shading can also impact the concentration of bioactive compounds in tea, such as flavonoids and theanine. Flavonoids, antioxidants, help plants cope with stress and enhance tea's health benefits. Theanine, an amino acid, influences tea's flavor. This study systematically evaluates the effects of shading materials of different colors, thicknesses, and textures on tea plants. The research seeks to determine how shading parameters affect growth, yield, quality, and bioactive compounds in tea, contributing to more effective and sustainable shading strategies for tea cultivation.

Key words *Shading treatments, shading, tea plant, quality improvement, leaf characteristics and phenotypic changes.*

INTRODUCTION

Tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) is a commercially significant beverage crop cultivated worldwide. The apical buds and young leaves of the plant are harvested for tea production. The quality of the produced tea is influenced by various metabolites that affect its taste and aroma properties. Among these compounds, amino acids (e.g., theanine), which impart a pleasant taste, and catechins, which contribute to tea's astringency, are particularly important [1, 2]. Catechins are known for their antioxidant and anticancer properties, which provide significant health benefits [3]. Meanwhile, theanine has a relaxing yet stimulatory effect by increasing alpha wave activity in the human brain [4].

In Japan, tea is primarily consumed as green tea, and high-quality green teas, such as Matcha and Gyokuro, are produced from buds and leaves grown under shading conditions. This traditional cultivation method was developed in the Uji region, located south of Kyoto [5]. In this technique, tea plants are covered with shading nets when new shoots emerge and are grown under shade for 14 to 30 days before harvest. Shading is crucial for the production of high-quality green tea. Ideally, individual tea plants or entire tea gardens should be shaded to reduce solar radiation by 60–98%, typically around 85%.Shading conditions induce morphological, physiological, and

biochemical changes in tea plants. These changes include an increase in chlorophyll content [6, 7]. Furthermore, previous studies have shown that shading enhances amino acid content while reducing the concentration of tea polyphenols (especially catechins), which are key compounds that define tea aroma [7]. The free amino acid and chlorophyll contents are primary determinants of tea leaf quality and economic value. The market value of green tea is directly related to its amino acid content [8]. Therefore, tea cultivation under shaded conditions should be encouraged in the tea industry to enhance the quality of harvested tea leaves.

Conclusion

A. General Effects of Shading on Horticultural Crops

1. Effects on Microclimate

Effects of Shading on Microclimate

Shading applications significantly alter and improve the microclimate surrounding plants, providing a more favorable growth environment. By reducing temperature fluctuations, shading creates a stable microclimate, protecting plants from excessive heat and solar radiation, thereby enhancing their overall health [9].

Temperature Regulation: Shading nets reduce direct sunlight exposure, lowering surface temperatures. This prevents excessive heating of plant roots and leaves, ensuring more balanced nighttime temperatures. Such temperature stabilization improves plant health and growth performance [9].

Humidity Management: By minimizing evaporation, shading helps maintain soil and plant moisture balance. This reduces water stress and enhances water-use efficiency. A humid microclimate supports better plant development while minimizing water loss [9].

Shading not only regulates temperature and humidity but also enhances overall microclimatic conditions, providing a more suitable environment for photosynthesis while protecting plants from light-induced stress. By preventing photoinhibition, shading supports chlorophyll accumulation, positively affecting plant growth and yield. Consequently, shading applications help mitigate environmental stress factors, promoting better plant development. This technique is considered essential for improving agricultural productivity and supporting sustainable production. Expanding the use of shading in the future will be a key strategy for managing environmental stress and enhancing crop quality [10]. Shading significantly affects the microclimate of tea plantations by regulating parameters such as light intensity, photosynthetically active radiation, air temperature, and humidity. A study examined the effects of black shading nets on the Longjing 43 tea variety, applying three different shading intensities (55%, 75%, 95%), two shading heights (direct shading at 0.6 m and canopy shading at 1.8 m), and three shading durations (15, 20, and 25 days). Unshaded plants served as the control group. The results showed that shading reduced light intensity and daily maximum temperature while increasing air humidity. Canopy shading was more effective in stabilizing the microclimate compared to direct shading. Shading increased the total chlorophyll content of tea leaves. In autumn, 75% shading for 15 days under direct shading resulted in a 33.86% increase in chlorophyll content compared to the control group. In spring, 95% shading for 15 days under canopy shading led to a 57.27% increase. Similarly, shading enhanced amino acid content. In autumn, 95% shading for 25 days under direct shading increased amino acid content by 127.55%, while in spring, the increase reached 144.06%. However, tea polyphenol content decreased with prolonged shading. In autumn, 95% shading for 25 days under canopy shading reduced polyphenol content by 54.04%, while in spring, 75%

shading for 25 days under direct shading led to a 55.19% reduction.Shading also increased caffeine content, with the highest values observed under 95% shading for 20 days with direct shading. Caffeine content was 58.91% higher in autumn and 62.98% higher in spring compared to the control. Shading applications prevented extreme temperature fluctuations in tea plantations, stabilized soil moisture, and created a suitable microclimate for tea plants. However, excessive shading and prolonged application negatively affected dry matter accumulation, reducing tea yield. Nevertheless, the sensory quality of shaded tea was superior to the control group, with greener leaves, bright yellow-green liquor, and a fresh, pleasant taste. Overall, shading improved tea plantation microclimate and tea quality, with high shading intensities and longer durations proving particularly effective. However, excessive shading led to yield loss. The best results were obtained with 95% shading for 25 days under canopy shading, suggesting that this method should be widely adopted in production [11].

Wind and Other Environmental Factors

Shading nets not only regulate temperature and light levels, but also increase the resistance of plants to environmental stresses by reducing wind speed. This effect protects plants from mechanical damage and prevents soil erosion, creating a more stable growing environment [12].

Reducing Wind Speed: Shading nets prevent physical damage to plants by reducing wind speed, especially in areas exposed to high winds. High wind speeds can cause mechanical damage to plant tissues and increase leaf water loss, which can lead to water stress. Shading can prevent these problems by reducing the impact of wind.

Prevention of Soil Erosion: Strong winds can cause topsoil to be carried away and reduce soil fertility, especially in open fields. Shading practices minimize soil loss by reducing wind speed and allow moisture to remain in the soil longer. Thus, root development of plants is supported and a more sustainable structure is created in agricultural production.

Microclimate Management in Urban Areas: With increasing urbanization, the “heat island effect” significantly increases temperatures within cities. Parks and urban green spaces play a critical role in mitigating this effect. Field studies in a subtropical park have shown that planting arrangements alter wind movements and directly affect the microclimate. Overly dense planting can limit wind flow, leading to an increase in temperature in certain areas, while a balanced design can improve thermal comfort by providing both shading and ventilation [13].

Wind Corridors and Thermal Comfort: Creating wind corridors in city parks is of great importance for thermal comfort. Correctly positioned wind corridors in combination with shading both improve temperature regulation and create a cooling effect by increasing air circulation. Improperly planned tree plantings or overly dense vegetation can lead to an increase in temperature by blocking air flow. Therefore, both shading and ventilation should be balanced in landscaping.

Effects on Human Comfort: Studies have shown that wind speed and shading significantly affect the human comfort index. Instead of the traditional standard effective temperature (SET*) index, a simpler human comfort assessment is proposed. This approach can help landscape architects to make more efficient designs in planting planning [13].

Photosynthesis and Water Usage

Shade can influence the photosynthetic efficiency and water usage of plants. By reducing the harmful effects of excessive sunlight, shading improves the photosynthesis rate and makes

water usage more efficient. This can enhance the overall health and productivity of plants [14].

Photosynthetic Efficiency: Shading reduces photosynthesis disruptions caused by excessive sunlight. Under less intense light, plants can perform photosynthesis more efficiently, which supports healthier growth [14].

Water Usage: Shading reduces water loss from plants and ensures more efficient water use. This is particularly beneficial in areas with limited water resources, helping plants to grow better. Increased water efficiency may also assist plants in becoming more resilient to drought conditions [14].

Leaf and Stem Development

Shading is an agricultural practice that significantly affects the leaf and stem development of tea plants. Studies show that shading induces structural and chemical changes in plant metabolism, particularly influencing the accumulation of amino acids, carbohydrates, and polyphenolic compounds. These effects are observed in different tissues of the plant, such as the leaves and stem, in various ways. Shading practices balance the plant's exposure to light by reducing the light intensity required for photosynthesis, thus preventing stress caused by excessive light. This practice particularly affects the first (developing) leaves, the fourth (fully developed) leaves, and the stem of young tea shoots. Research has revealed that shading significantly increases chlorophyll content, resulting in darker green leaves. This increase is especially noticeable in the fully developed fourth leaves and contributes to the preservation of photosynthetic capacity. The accumulation of metabolites in the leaves and stem is influenced differently by shading practices. For instance, the accumulation of theanine and other amino acids increases in both developing and fully developed leaves, while a decrease in the levels of these compounds is observed in the stem. This indicates that the plant prioritizes distributing nitrogen and carbon resources to the young leaves. In terms of polyphenolic compounds, structures such as galloylated catechins have decreased in shaded plants, while free gallic acid levels have increased. These changes indicate that shading has a significant effect on improving tea quality. Shading also affected the carbon and nitrogen balance in the stem tissue of tea plants. The source-sink relationship in young shoots, with the fourth leaves functioning as fully developed photosynthetic centers, led to the redistribution of resources within the stem. This provides important insight into how metabolites are transported between tissues in tea plants. Consequently, shading practices create comprehensive effects at both chemical and physiological levels on the leaf and stem development of tea plants. These effects highlight the need to optimize application methods to enhance tea production quality. Specifically, adjustments in shading intensity and duration could play a critical role in improving the sensory characteristics and economic value of tea by balancing amino acid and polyphenol ratios [15].

Shading can influence the leaf and stem development of plants. Changes in morphological characteristics, such as leaf size and surface area, can be observed, which in turn affect the overall growth and development processes of plants [16].

Leaf Size and Surface Area: Shading can increase the size and surface area of leaves. This helps plants capture more light and perform better photosynthesis. Larger leaf surfaces enhance the light absorption of plants, improving photosynthetic efficiency [16].

Stem Development: Shading supports the development of plant stems. Improvements in stem structure help plants become sturdier and more resilient. This may assist plants in withstanding environmental stresses such as wind [16].

Biochemical Responses

Shading can influence the biochemical processes in plants, leading to changes in metabolite content and modifications in phytohormone synthesis [17]. These changes can affect the plant's health status and nutritional value.

Metabolite Content: Shading can alter the metabolite profiles of plants. For instance, an increase or decrease in antioxidant levels may be observed. This can impact the plant's health and nutritional value, as well as enhance its resistance to diseases [17].

Phytohormone Synthesis: Shading can also affect the production of phytohormones in plants. Phytohormones regulate the growth and development processes of plants. Shading applications can create changes in phytohormone levels, optimizing the overall developmental processes of the plants [17].

Environmental and Physical Factors

Shading has a supportive effect on plants' adaptation to or tolerance of adverse environmental conditions. By mitigating the effects of abiotic stress factors such as temperature and humidity, it can enhance plant growth performance and stress tolerance. High temperatures and intense light exposure, in particular, can increase stress conditions and reduce productivity. Shading alleviates these stress factors, allowing plants to grow in a healthier environment [12].

2. Production Efficiency

Shade nets can enhance fruit size and yield by mitigating the adverse effects of excessive sunlight and high temperatures, thereby optimizing productivity. Shading can promote an increase in fruit size and improve overall quality. By reducing the detrimental effects of intense sunlight and heat, it enables the production of higher-quality and aesthetically uniform fruits. Additionally, shading helps minimize fruit cracking and other quality-related issues, ultimately increasing the quantity of marketable high-quality produce [18].

3. Fruit Quality

Shade nets can improve the quality of fruits by reducing sunburn and quality issues, thereby optimizing fruit color, taste profile, and nutritional content. Preventing sunburn ensures that the fruits have a more uniform color and taste. Additionally, shading can enhance the nutritional content of fruits, particularly by increasing vitamin and antioxidant levels, which improves the overall nutritional value of the produce [18].

B. Effects of Shading on Tea Plants

Chlorophyll Content

Shading practices can directly influence the chlorophyll content in tea plants. Reducing excessive sunlight intensity may help balance the plants' chlorophyll production. Various studies have shown that tea plants grown under shading conditions exhibit increased levels of chlorophyll a and b. The increase in chlorophyll content can enhance the plants' photosynthetic capacity and overall health. This boost in chlorophyll levels contributes to improved energy production efficiency in plants, leading to the cultivation of healthier and more resilient tea plants. Moreover, the increased chlorophyll content allows tea plants to utilize water and nutrients more efficiently [19].

Theanine Content

Theanine is an important amino acid found in tea plants, contributing to both the aroma

profile and health benefits of tea. Shading practices can influence the theanine content in tea plants. By protecting the plants from excessive sunlight stress, shading may promote the synthesis of theanine. Studies have shown that in shaded environments, theanine levels in tea leaves increase, and this rise contributes to a richer aroma profile and enhanced health properties of the tea. Higher theanine content can improve the taste profile and health benefits of tea, potentially increasing its market value [19].

Photosynthetic Efficiency

Photosynthesis is a fundamental process for energy production in plants, and shading practices can influence this process. By reducing excessive sunlight intensity, shading can optimize the photosynthesis rate in plants. An increase in photosynthetic activity levels has been observed in tea plants grown under shaded conditions. This enhancement improves the plants' energy production capacity and overall health. Additionally, the improvement in photosynthetic efficiency can boost the growth rate and productivity of tea plants. The positive effects on photosynthesis efficiency enable plants to achieve higher quality and yield [20].

Phenolic Compounds

Phenolic compounds are known for their antioxidant properties in tea plants and make significant contributions to the health benefits of tea. Shading practices can increase the levels of phenolic compounds in tea plants. Research has shown that tea plants grown under shaded conditions exhibit higher levels of compounds such as phenolic acids and flavonoids. This increase enhances the antioxidant capacity and health benefits of the tea. The rise in phenolic compounds improves the quality and nutritional value of tea, positively impacting the product's market value and consumer health [20]. .

Long-Term Effects of Shading Practices on Tea Plants

Shading practices have a positive long-term impact on the health and productivity of tea plants. By improving the microclimate, reducing stress levels, and optimizing biochemical processes, shading helps regulate key physiological and biochemical characteristics such as chlorophyll content, theanine levels, photosynthetic efficiency, and phenolic compounds. This contributes to the production of higher-yielding and higher-quality tea. Effective shading applications enhance tea plant productivity and quality, supporting sustainable agricultural practices.

This study focuses on the long-term effects of different shading materials on the microclimate of tea plantations and the quality of summer tea, specifically in the Camellia sinensis variety. Four different shading treatments were applied, and their effects on photosynthesis, yield, nutrient content, and leaf quality were evaluated. The results indicated that double-layer shading significantly improved tea leaf quality and helped regulate the microenvironment.

First, the impact of shading on photosynthesis was examined. Double-layer shading significantly reduced the net photosynthesis rate (PN), while single-layer shading supported photosynthesis. However, tea yield decreased under all shading treatments, suggesting that shading may have a limiting effect on tea plant growth.

In terms of nutrient composition, shading increased the accumulation of macro and microelements such as potassium (K), phosphorus (P), calcium (Ca), magnesium (Mg), and iron

(Fe) in tea leaves. This increase was more pronounced in double-layer shading, contributing to the enhancement of summer tea quality components. Regarding quality components, shading significantly increased the total amino acid (AA) content in tea leaves while reducing tea polyphenol (TP) levels. The rise in amino acids was more evident under double-layer shading, which improved the umami taste of the tea. Meanwhile, caffeine levels remained largely unaffected in most shading treatments, though double-layer shading led to an increase in caffeine content in certain conditions.

Microclimatic factors, particularly air temperature and soil moisture content, were significantly influenced by shading. Double-layer shading lowered air temperature and improved soil moisture stability, supporting plant metabolism and promoting the accumulation of high-quality components in tea leaves. In terms of light environment, shading reduced photosynthetically active radiation (PAR) while increasing the proportion of far-red (FR) light. FR light has been identified as a key factor promoting amino acid accumulation, a trend that was more pronounced in double-layer shading treatments. In conclusion, double-layer shading emerges as an effective method for improving summer tea quality and optimizing the microenvironment of tea plantations. This approach presents an important agronomic strategy for achieving higher efficiency and better-quality tea production [10].

6. Result

This study comprehensively evaluated the effects of shading practices on the growth, yield, and quality of tea plants. The findings highlight the significant role of shading in protecting tea plants against environmental stress factors, exerting positive influences on both morphological and biochemical processes. Shading led to increased chlorophyll and carotenoid content, enhanced diversity in phenolic compounds, and improved amino acid accumulation. These biochemical changes positively influenced the antioxidant capacity and flavor profile of tea, ultimately enhancing product quality.

However, excessive shading and prolonged applications were observed to cause a decline in yield. The best outcomes were achieved when shading intensity and duration were carefully optimized. In particular, 95% shading applied for 25 days resulted in the greatest improvements in biochemical tea quality and significant advancements in sensory attributes.

In conclusion, this study underscores the importance of shading techniques as a key strategy for developing sustainable tea cultivation practices. Future research should focus on understanding the molecular-level effects of shading applications and developing methods to enhance their commercial scalability. This would be a critical step toward increasing stress tolerance in tea plants and achieving higher-quality tea production.

References

[1] Ekborg-Ott, K.H., Taylor, A., Armstrong, D.W.(1997). Varietal Differences in the Total and Enantiomeric Composition of Theanine in Tea, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*.45(2).353-363 .https://doi.org/10.1021/jf960432m

[2] McDowell, I.; Owuor, P. Taste of tea. *New Science*. 1992, 133, 30–33.

[3] Fujiki, H., Sueoka, E., Watanabe, T., Suganuma, M. (2015). Synergistic enhancement of anticancer effects on numerous human cancer cell lines treated with the combination of EGCG, other green tea catechins, and anticancer compounds. *Journal of Cancer Research and Clinical Oncology*.141.1511-1522. https://doi.org/ 10.1007/s00432-014-1899-5

[4] Nobre, A.C., Rao, A., Owen, G.N. L-theanine, a natural constituent in tea, and its effect on mental state. *Asia Pacific Journal of Clinic Nutrition*. (2008), 17, 167–168.

[5] Ashardiono, F., Cassim, M. (2015).Adapting to climate change: Challenges for Uji tea cultivation. *International Journal Sustainable Future for Human Security*. 3, 32–36. https://doi.org/10.24910/jsustain/3.1/3236
[6] Ku, K.M., Choi, J.N., Kim, J., Kim, J.K., Yoo, L.G.; Lee, S.J., Hong, Y.-S., Lee, C.H.(2010). Metabolomics analysis reveals the compositional differences of shade grown tea (*Camellia sinensis* L.). *Journal of Agriculture and Food Chemistry*.58(1). 418–426. https://doi.org/ 10.1021/jf902929h
[7] Sano, T.; Horie, H.; Matsunaga, A.; Hirono, Y. (2018). Effect of shading intensity on morphological and color traits and on chemical components of new tea (*Camellia sinensis* L.) shoots under direct covering cultivation: Changes in morphology, color, and chemical components of tea shoots due to shade. *Journal of Science and Food Agriculture*. https://doi.org/ 10.1002/jsfa.9112
[8] Takemoto, T., Hayashi, K. (2019). Effect of the difference in the covering methods on growth of tea tree and the canopy surface temperature in summer based on thermal images. *Tea Research Journal*. 127, 1–10. https://doi.org/ 10.5979/cha.2019.127_1
[9] Ilić, Z.S., Milenković, L., Šunić, L., Barać, S., Mastilović, J., Kevrešan, Ž. and Fallik, E. (2017). Effect of shading by coloured nets on yield and fruit quality of sweet pepper. *Zemdirbyste-Agriculture*, 104(1), 53,62. https://doi.org/10.13080/z-a.2017.104.008
[10] Ge, S., Wang, Y., Shen, K., Wang, Q., Ahammed, G.J., Han, W., Jin, Z., Li, X., Shi, Y. (2024). Effects of Differential Shading on Summer Tea Quality and Tea Garden Microenvironment.*Plants*.13(2).202 https://doi.org/10.3390/plants13020202
[11] Yu, L., Wei-zhong, H., Yan-hua L., Zai-fa, S., Qing-yong, J., Jing-na, S.(2021). Effects of different shading treatments on microclimate of teagarden and the quality of flake tea. *Journal of Southern Agriculture*. https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-1191.2021.03.019
[12] Stamps, R.H. (2009). Use of colored shade netting in horticulture. *HortScience*, 44(2), 239-241.1. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.44.2.239
[13] Hsieh, C.M., Jan, F.C., Zhang, L. (2016). A simplified assessment of how tree allocation, wind environment, and shading affect human comfort. *Urban Forestry & Urban Greening*.18.126-137 https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.05.006
[14] Duan, R., Ma, Y. and Yang, L. (2018). Effects of shading on photosynthetic pigments and photosynthetic parameters of *Lespedeza buergeri* seedlings. *In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 452(2), 1-4. https://doi.org/10.1088/1757-899X/452/2/022158
[15] Zhang, Q., Liu, M., Mumm, R., Vos de, R.C.H, Ruan J.(2020). Metabolomics reveals the within-plant spatial effects of shading on tea plant, *Tree Physiology*.41(2).317-330. https://doi.org/10.1093/treephys/tpaa127
[16] Dewi, R.K., Suliansyah, I., Anwar, A., Syarif, A. and Rahmah, M. (2022, October). Effect of shading on plant growth of 4 varieties of hybrid corn. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1097(1), 1-8. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1097/1/012011
[17] Fang, Z.T., Jin, J., Ye, Y., He, W.Z., Shu, Z.F., Shao, J.N., Fu, Z.S., Lu, J.L., and Ye, J. H. (2022). Effects of different shading treatments on the biomass and transcriptome profiles of tea leaves (*Camellia sinensis* L.) and the regulatory effect on phytohormone biosynthesis. *Frontiers in Plant Science*, 13, 909765. https://doi.org/10.3389/fpls.2022.909765
[18] Mditshwa, A., Magwaza, L.S. and Tesfay, S.Z. (2019). Shade netting on subtropical fruit: Effect on environmental conditions, tree physiology and fruit quality. *Scientia Horticulturae*, 256, 108556. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108556
[19] Chen, X., Ye, K., Xu, Y., Zhao, Y., Zhao, D. (2022). Effect of shading on the morphological, physiological, and biochemical characteristics as well as the transcriptome of matcha green tea. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(22),1-7. https://doi.org/10.3390/ijms232214169
[20] Shu, Z., Ji, Q., He, T., Zhou, D., Zheng, S., Zhou, H. and He, W. (2024). Combined metabolome and transcriptome analyses reveal that growing under red shade affects secondary metabolite content in Huangjinya green tea. *Frontiers in Genetics*, 15, 1365243. https://doi.org/10.3389/fgene. 2024.

1365243

KÖLGƏLƏRİN TƏTBİQİNİN ÇAY BEÇİLƏNDƏ MƏHSUL VƏ KEYFİYYƏTƏ TƏSİRİ

[1]Akbulut M. [2]Çengel, Ş.T.
[1,2]Rəcəb Tayyib Ərdoğan Universiteti Bağçılıq Bölümü
[1]Professor, mustafa.akbulut@erdogan.edu.tr, ORCIDE ID: 0000-0003-1028-162X
[2]Elmi işçi, tunahan.cengel@erdogan.edu.tr, ORCIDE ID: 0009-0003-0336-6825

XÜLASƏ
Çay bitkisi (*Camellia sinensis* L.) iqlim şəraitinə, xüsusən də həddindən artıq istiyə və güclü günəş işığına həssasdır. Kölgələmə çay bitkilərini bu ekoloji streslərdən qoruya, onların sağlamlığını və məhsuldarlığını artıra bilər. Kölgələmə effektivliyi materialın rəngindən, qalınlığından, toxumasından və növündən asılıdır. Rəng işığın ötürülməsinə və paylanmasına təsir edir, qalınlıq isə kölgələmə intensivliyini müəyyən edir və işıq və temperaturu idarə edir. Tekstura və material növü hava keçiriciliyinə və suyun buxarlanmasına təsir göstərir. Kölgələmə çayda flavonoidlər və theanine kimi bioaktiv birləşmələrin konsentrasiyasına da təsir göstərə bilər. Flavonoidlər, antioksidantlar bitkilərə stresin öhdəsindən gəlməyə kömək edir və çayın sağlamlıq faydalarını artırır. Amin turşusu olan Theanine çayın dadına təsir edir. Bu tədqiqatda müxtəlif rəngli, qalınlıqda və teksturada olan kölgəlik materiallarının çay bitkilərinə təsirləri sistematik olaraq qiymətləndirilmişdir. Tədqiqat kölgələmə parametrlərinin çayın böyüməsinə, məhsuldarlığına, keyfiyyətinə və bioaktiv birləşmələrinə necə təsir etdiyini, çayın becərilməsi üçün daha təsirli və davamlı kölgələşdirmə strategiyalarına töhfə verdiyini müəyyən etməyə çalışır.
***Açar sözlər**: Kölgələmə üsulları, kölgələmə, çay bitkisi, keyfiyyətin yaxşılaşdırılması, yarpaq xüsusiyyətləri və fenotipik dəyişikliklər.*

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЗАТЕНЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЧАЯ

[1]Акбулут М. [2]Ченгел, Ш.Т.
[1,2]Университет Реджепа Тайипа Эрдогана, кафедра садоводства
1Профессор, mustafa.akbulut@erdogan.edu.tr, ORCIDE ID: 0000-0003-1028-162X
[2]Научный сотрудник, tunahan.cengel@erdogan.edu.tr, ORCIDE ID: 0009-0003-0336-6825

АННОТАЦИЯ
Чайное растение (*Camellia sinensis* L.) чувствительно к климатическим условиям, особенно к чрезмерной жаре и интенсивному солнечному свету. Затенение может защитить чайные растения от этих экологических стрессов, улучшая их здоровье и производительность. Эффективность затенения зависит от цвета, толщины, текстуры и типа материала. Цвет влияет на светопропускание и распределение, а толщина определяет интенсивность затенения и контролирует свет и температуру. Текстура и тип материала влияют на воздухопроницаемость и испарение воды. Затенение также может влиять на концентрацию биологически активных соединений в чае, таких как флавоноиды и теанин. Флавоноиды, антиоксиданты, помогают растениям справляться со стрессом и усиливают пользу чая для здоровья. Теанин, аминокислота, влияет на вкус чая. Это исследование систематически оценивает влияние затеняющих материалов разного цвета, толщины и текстуры на растения чая. Исследование направлено на определение того, как параметры затенения влияют на рост, урожайность, качество и биоактивные соединения в чае, способствуя более эффективным и устойчивым стратегиям затенения для выращивания чая.
***Ключевые слова:** Затеняющие обработки, затенение, чайное растение, улучшение качества, характеристики листьев и фенотипические изменения.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0844

AN İNVESTİGATİON OF SOME GENOTYPES OF TEA (*CAMELLİA SİNENSİS* L.) İN TERMS OF QUALİTY İNDİCATORS

[1]Farman M. Abdullayev, [1,2]Aynur A. Arabzade, Mustafa Akbulut

[1] Scientific Research Institute of Fruit Growing and Tea Growing, Lankaran Tea Branch
[2]Azerbaijan State Oil and Industry University, Department of Chemical Engineering
[3] Recep Tayyip Erdoğan University, Department of Horticulture, Turkey

[1]Phd, Orcid 0000-0001-5871-0441 farman-a@mail.ru
[1,2]Phd, Associate professor Orcid 0009-0009-3531-8688 aynur.arabzade@asoiu.edu.az
[3]Professor, Orcid 0000-0003-1028-162X mustafa.akbulut@erdogan.edu.tr

ABSTRACT

The research was conducted at the Tea Department of the Lankaran Institute of Fruit and Tea Research on 10 tea genotypes (1/47, 2/17, 7/18, 6/44, 3/341, 4/73, 8/77, 5/84, 9/100, kl-2) and one control tea variety (Azerbaijan-2). The primary objective of the study was to identify superior varieties and genotypes cultivated in the trial plots of the Lankaran Tea Department that exhibit higher yield, resistance to drought and frost, tolerance to very low relative humidity in summer, high taste quality, elevated biochemical indicators, and greater content of tannins and extractive substances. To achieve this, various biochemical analyses were performed on the tea plants grown in the experimental plot soils of the Lankaran Tea Department, aiming to select the best-performing genotypes. Accordingly, the amounts of tannins and extractive substances in each tea genotype were examined over different periods (May, July, and September). Based on the results, the amount of extractive substances ranged between 40% and 55%. While the extract content was 44.36% in May, it increased to 48.09% in July and decreased to 43.86% in September. The average extract content in the control variety, Azerbaijan-2, was 40.67%, whereas all the studied genotypes exhibited higher extract values than the control. Among them, genotype 5/84 had the highest extract content with 48.67%, followed by genotypes 4/75 (47.67%) and 6/44 (47.00%). In terms of tannin content, the values ranged between 19.0% and 29.6%. The tannin content was 24.12% in May, increased to 26.75% in July, and declined to 23.26% in September. The average tannin content of the Azerbaijan-2 (control) variety was 20.37%, while all genotypes demonstrated higher tannin levels than the control. Among these, genotypes 5/84 and 2/17 showed the highest tannin content at 26.27%, followed by genotype 4/73 with 26.23%. The quality indicators of green tea leaf products were primarily determined by the proportions of normal (fine), dull, and rough leaves in the harvested green raw material. It was determined that the extractive and tannin contents were higher in tea genotypes 5/84 and 4/73.

Key Words: *Tea, Azerbaijan, genotype, extractive substances, tannin*

INTRODUCTION

Tea is the most widely consumed beverage in the world and is cultivated in approximately 40 countries. The tea plant has long been the subject of both local and international scientific research [10-14].

Tea has a rich nutritional composition, containing nearly 130 chemical compounds across

more than 10 distinct chemical groups. It is known to enhance mental alertness, improve physical performance, and contribute to longevity. Drinking tea before meals is considered highly beneficial for the human body, as it prepares the stomach for digestion. However, when consumed together with meals, tea can hinder the body's ability to fully absorb iron. Therefore, it is recommended to drink tea one to two hours before or after meals. Research has also explored tea's protective effects against colon, stomach, and lung cancers. The polyphenols in tea exhibit antioxidant properties within the body [1, 2, 3, 15, 16].

Nonetheless, tea also has certain adverse effects. Individuals with acute stomach disorders, kidney stones, liver disease, rheumatism, or hypertension are advised to limit their tea consumption. Excessive tea intake can lead to insomnia, headaches, and heart palpitations. Furthermore, tea should not be consumed at temperatures exceeding 65°C, as this may cause thermal ulcers in the esophagus and stomach, potentially leading to esophageal or gastric cancer in the long term [4].

The tea plant was first introduced to Azerbaijan at the end of the 19th century, when emigrant M.O. Novoselov brought tea seeds from Chakva and planted them in the village of Seydaturba in Lankaran in 1896. These plants were later destroyed by a fire during the growing season, likely due to unfavorable climatic conditions. Subsequently, new seeds were brought in, and by using mulch to protect them from sunlight during germination, young seedlings were successfully cultivated. By the year 1900, Novoselov had raised 2,000 tea seedlings and managed to obtain a small-scale harvest. Two of these bushes survived until the Great Patriotic War but were ultimately lost [5].

In the 1930s, tea plantations for industrial production were established in Azerbaijan using seedlings brought from Western Georgia. Initially, tea plantations were founded using seed-propagated seedlings. Over time, due to the region's unique natural conditions and cross-pollination of plants, many different forms of the tea plant emerged. Moreover, the creation of new forms through exposure to mutagenic (physicochemical) factors became a subject of scientific interest [5].

Research has been conducted to generate new and promising tea varieties—mutants—by subjecting tea seeds to radioactive radiation and chemical mutagens. These mutants demonstrated strong stem growth, leaves twice the size of the control variant, and significantly enhanced biochemical traits [8, 9].

In order to ensure the future development of tea cultivation, emphasis should be placed on the acquisition of new varieties, shrubs and hybrids that are suitable for industrial technology and better suited to local conditions. New varieties and clones are cultivated in the specific soil and climatic conditions of the tea plant, especially in the Lankaran-Astara region, with hot and long dry summers and rainy autumns and winters. It is aimed to select varieties and clones that are more productive, drought resistant, can withstand very low relative humidity in summer, have high taste quality, high biochemical indicators, tannins and extractive substances from the varieties and forms grown in the Tea Branch of Lankaran Scientific Research Institute of Fruit Growing and Tea Growing.

Research Methodology

The research was conducted on 10 genotypes (1/47, 2/17, 7/18, 6/44, 3/341, 4/73, 8/77, 5/84, 9/100, kl-2) and 1 tea variety (Azerbaijan-2) at the Tea Branch of Lankaran Scientific Research Institute of Fruit Growing and Tea Growing. The experimental area is located on the

southwest coast of the Caspian Sea, in the southeastern foothills of Talysh Mountains, in a humid subtropical climate. The soils of Lankaran region are mostly acidic (I-II group soils) and are suitable for tea cultivation. The average annual temperature in Lankaran region is 14.20℃ and 20-25℃ during the flood period of the river. The average annual relative humidity in the region is usually 83%. The average annual rainfall is 1200-1400 mm, which is suitable for the cultivation of tea plants. Biochemical parameters of tea leaves (tannin and extractive substances) were studied according to Vorontsov and Leventhal [6, 7].

Results and Discussion

In order to determine the best tea genotype grown in the soils of Lankaran Tea Branch, different biochemical analyzes were carried out. Thus, extract and tannin contents of each tea genotype were analyzed in different periods. The studies were carried out in 10 tea forms (1/47, 2/17, 7/18, 6/44, 3/341, 4/73, 8/77, 5/84, 9/100, kl-2) during the season in May, July and September. “Azerbaijan-2” tea variety was used as control.

When the periodic extract content (%) in green tea leaves was examined, it was found that it ranged between 40% (Azerbaijan-2 tea variety) and 55% (5/84 grnotype). It was determined that the average periodic extract value was 44.36% in May and 43.46% in September, while it reached the highest value with 48.09% in July. While the extract values were 40,67% in Azerbaijan-2 tea variety used as control, it was the highest value with 48,67% in 5/84 genotype, followed by 47,67% in 4/73 genotype and 47,00% in 6/44 genotype. According to these results, it was determined that all genotypes had extract values well above the control tea variety. These results show that the tea genotypes examined have a very high potential to become a variety. In addition, when the periodic changes were analyzed, it was determined that all genotypes and the control variety reached the highest values in July (Table 1, Figure 1).

Table 1. Periodic extract content in tea leaves (%)

	Genotype/Cultivar	May	July	September	Average
1	**1/47**	45	47	43	45,00
2	**2/17**	45	48	43	45,33
3	**7/18**	44	47	42	44,33
4	**6/44**	46	50	45	**47.00**
5	**3/341**	43	45	43	43,67
6	**4/73**	46	52	45	**47,67**
7	**8/77**	45	48	44	45,67
8	**5/84**	46	**55**	45	**48,67**
9	**9/100**	45	50	45	46,67
10	**kl-2**	43	45	43	43,67
11	**Azerbaycan-2 (Control)**	**40**	42	**40**	**40,67**
		44,36	**48,09**	43,46	

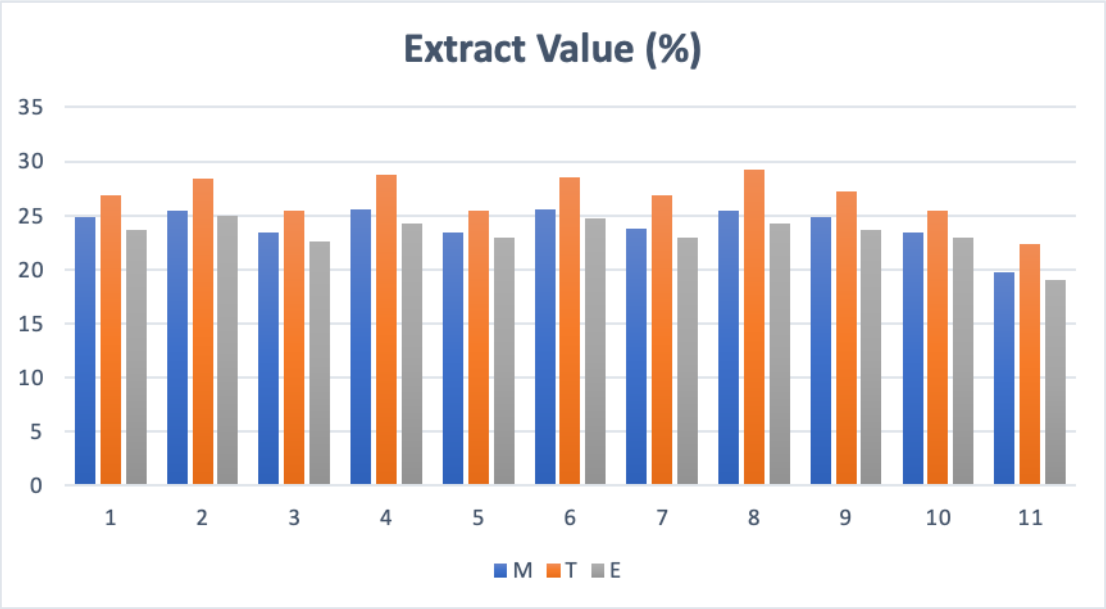


Figure 1. Changes in the amount of extract (%) in tea leaves

As another important quality criterion, when the periodic tannin content (%) in green tea leaves was examined, it was found that it took values between 19.0% (Azerbaijan-2 tea variety) and 29.2% (5/84 grnotype). While the average tannin content value was 24.12% in May and 23.26% in September, it was determined that it reached the highest value with 26.75% in July. While the tannin content values were 20.37% in Azerbaijan-2 tea variety used as control, it was highest in 5/84 and 2/17 genotypes with 26.27% and followed by 4/73 genotype with 26.23%. According to these results, it was determined that all genotypes had tannin content values well above the control tea variety. The results obtained show that the tea genotypes examined have a very high potential to become a variety. In addition, when the seasonal changes were analyzed, it was determined that all genotypes and the control variety reached the highest tannin content values in July (Table 2, Figure 2).

Table 2. Periodic tannin content in tea leaves (%)

	Genotype/Cultivar	May	July	September	Average
1	**1/47**	24,8	26,8	23,6	25,07
2	**2/17**	25,4	28,4	25,0	**26,27**
3	**7/18**	23,4	25,4	22,6	23,80
4	**6/44**	25,6	28,8	24,2	26,20
5	**3/341**	23,4	25,4	23,0	23,93
6	**4/73**	25,5	28,5	24,7	**26,23**
7	**8/77**	23,8	26,8	23,0	24,53
8	**5/84**	25,4	**29,2**	24,2	**26,27**
9	**9/100**	24,9	27,2	23,6	25,23
10	**kl-2**	23,4	25,4	23,0	23,93
11	**Azerbaycan-2 (Control)**	19,7	22,4	**19,0**	**20,37**
		24,12	**26,75**	23,26	

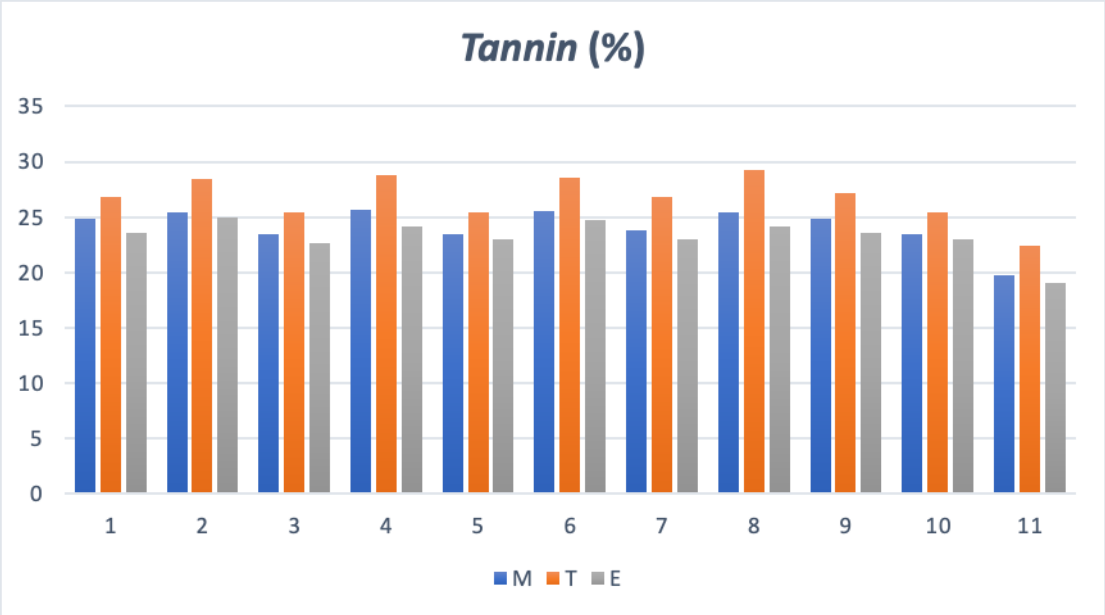


Figure 2. Changes in the amount of tannin (%) in tea leaves

In terms of quality indicators of green tea leaves, it was determined that all tea genotypes had higher values than the control tea variety in terms of extract and tannin content. The quality indicators of the green tea leaf product were determined and evaluated primarily by determining the amount of normal (fine), dull and rough leaves in the harvested tea leaves and their proportions in the harvested green raw product.

Result

1. According to the results of the study, it was determined that all genotypes had tannin content values well above the control tea variety.
2. 5/84, 4/73 and 6/44 tea genotypes stood out in terms of extract content.
3. In terms of tannin content, 5/84, 2/17 and 4/73 tea genotypes stood out.
4. In addition, it was determined that all genotypes and the control variety reached the highest values of extract and tannin content in July when the periodic changes were analyzed.
5. The results obtained show that the tea genotypes examined (especially 5/84 and 4/73 tea genotypes) have a very high potential to become varieties.

References

[1] Quliyev F.A Məmmədov C.Ş Abdullayev F.M. Azərbaycanda çayın (*Thea sinensis* L.) becərilməsinin elmi-praktik əsasları. “Müəllif nəşriyyatı”. Bakı-2012, 335 s.

[2] Quliyev F.A Şirəliyev M.A Quliyeva A.B.Azərbaycanda çayın klon seleksiyası və əldə edilmiş nəticələr. “Aqrar elmin zənginləşdirilərək təkminləşdirilməsi əsasında ərzaq təhlükəsizliyinin təmini problemləri” Elmi-praktik konfrans, 14-16 may, Müəllim, Bakı-2013.

[3] Quliyev F.A., Şirəliyev M.A. Prespektiv çay klonları və onların bioloji-təsərrüfat göstəricilərinə görə qiymətləndirilməsi. “Müasir elmin aktual problemləri” mövzusunda Respublika Elmi Praktik Konfrans. Lənkəran Dövlət Universiteti. 2014.

[4] Ramazanov S.S., Məmmədov C.Ş., Abdullayev F.M. Çayın becərilməsinin intensiv

texnologiyası və emalı.
[5] Бабаев М.М.Результаты испытания чая сорта «Колхида» в Азербайджане. Суб. культ. 1986 г, №1.
[6] Воронцов, В. Е. Биохимия чая / В. Е. Воронцов. – М.: Пищепроиздат, 1946. – 279 с.
[7] Государственная фармакопея СССР. 11-е изд. Вып. 2: Общие методы анализа. – М.: Медицина, 1990. – 384 с.
[8] Кулиев Ф.А. Культура чая в Азербаиджане. Баку-1993 г.283 с.
[9] Кутубидзе В.В. Мутовкина Т.Д.Клоновая селекция чая. Батуми-Чаква-2008.
[10] Мухаметгалиев Н.Р., Идрисова Г.И., Гилазиева Г.З. Сравнительный анализ содержания дубильных веществ в корневищах кровохлебки лекарственной (*Sanguisorba officinalis* L.) Том 157, кн. 2. 2015. С.58-68.
[11] Романова Н.Г. Биологическая и биохимическая оценка различных видов лекарственного растительного сырья для создания функциональных напитков: дис. канд. сельхоз. наук: 06.01.13 / Романова Наталья Геннадиевна. – М., 2008. – 125 с.
[12] Akbulut M., Bakoğlu N. Çay üretiminde Hasat və Hasat sonrasında karşılaşan sorunlar və çözüm öneriləri. VII Bahçe ürünlərində Muhafaza və pazarlama sempozyumu,
[13] Research advance on tea biochemistry /X.Wan, D.Li, Z.Zhang [et al.] //Journal of Tea Science.–2015–Vol. 35, № 1.–P. 1–10. DOI:https://doi.org/10.13305/j.cnki.jts.2015.01.002.
[14] Study of the antioxidant activity and total polyphenol concentration of medicinal plants / A. V. Ivanova, E. L. Gerasimova, E. R. Gazizullina [et al.] // Journal of Analytical Chemistry. – 2017. – Vol. 72, № 4. – P. 415–420. DOI: https://doi.org/10.1134/ S1061934817040049.
[15] https://afsa.gov.az/az/ictimaiyyetle-elaqeler/maariflendirme/cay-haqqindabilmediklerimiz
[16] Abbasov V.M., Əmirli F.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Z.V., Quliyeva N.R. Qida kimyası. Dərslik. – Bakı: Elm, 2023, – 260 s.

KEYFİYYƏT GÖSTƏRİCİLƏRİNƏ GÖRƏ ÇAYIN (*Camellia sinensis* L.) BƏZİ GENOTİPLƏRİNİN ARAŞDIRILMASI

[1]Fərman M. Abdullayev, [1,2]Aynur A. Ərəbzadə, [3]Mustafa Akbulut

[1]Elmi-Tədqiqat Meyvəçilik və Çayçılıq İnstitutu, Lənkəran Çay Filialı
[2]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kimya mühəndisliyi fakültəsi
[3]Rəcəb Tayyib Ərdoğan Universiteti, Bağçılıq Fakültəsi, Türkiyə

[1]Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, ORCİD 0000-0001-5871-0441 farman-a@mail.ru
[1,2]Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent ORCİD 0009-0009-3531-8688 aynur.arabzade@asoiu.edu.az
[3]Professor, ORCİD 0000-0003-1028-162X mustafa.akbulut@erdogan.edu.tr

XÜLASƏ

Tədqiqat Lənkəran Meyvəçilik və Çayçılıq Elmi-Tədqiqat İnstitutunun Çayçılıq şöbəsində 10 çay genotipi (1/47, 2/17, 7/18, 6/44, 3/341, 4/73, 8/77, 5/84, 9/100, kl-2 (Azərbai)) və nəzarət çayı üzrə aparılmışdır. Tədqiqatın əsas məqsədi Lənkəran Çay İdarəsinin sınaq sahələrində becərilən daha yüksək məhsuldarlıq, quraqlığa və şaxtaya davamlılıq, yayda çox aşağı nisbi rütubətə dözümlülük, yüksək dad keyfiyyəti, yüksək biokimyəvi göstəricilər, daha çox tannin və ekstraktiv

maddələr nümayiş etdirən üstün sort və genotipləri müəyyən etmək olmuşdur. Buna nail olmaq üçün Lənkəran Çayçılıq İdarəsinin təcrübi sahə torpaqlarında yetişdirilən çay bitkiləri üzərində müxtəlif biokimyəvi analizlər aparılaraq, ən yaxşı nəticə verən genotiplərin seçilməsi məqsədəuyğundur. Müvafiq olaraq, hər bir çay genotipində taninlərin və ekstraktiv maddələrin miqdarı müxtəlif dövrlərdə (may, iyul və sentyabr) tədqiq edilmişdir. Nəticələrə əsasən, ekstraktiv maddələrin miqdarı 40% - 55% arasında dəyişmişdir. Ekstrakt tərkibi may ayında 44,36% olduğu halda, iyulda 48,09%-ə yüksəlib, sentyabrda isə 43,86%-ə qədər azalıb. Nəzarət sortu olan Azərbaycan-2-də orta ekstrakt tərkibi 40,67% təşkil edib, bütün tədqiq edilmiş genotiplər isə nəzarətdən daha yüksək ekstrakt qiymətləri nümayiş etdirib. Onların arasında 5/84 genotipi 48,67% ilə ən yüksək ekstrakt tərkibinə malik olub, 4/75 (47,67%) və 6/44 (47,00%) genotipləri ikinci yerdədir. Tannin tərkibi baxımından dəyərlər 19,0% ilə 29,6% arasında dəyişdi. May ayında tannin tərkibi 24,12% təşkil edib, iyulda 26,75%-ə yüksəlib, sentyabrda isə 23,26%-ə qədər azalıb. Azərbaycan-2 (nəzarət) sortunun orta tanin tərkibi 20,37% təşkil edib, bütün genotiplər isə nəzarətdən yüksək tannin səviyyəsi nümayiş etdirib. Bunlar arasında 5/84 və 2/17 genotipləri 26,27% ilə ən yüksək tannin tərkibini, 26,23% ilə 4/73 genotipini izlədi. Yaşıl çay yarpağı məhsullarının keyfiyyət göstəriciləri ilk növbədə yığılmış yaşıl xammalda normal (nazik), tutqun və kobud yarpaqların nisbəti ilə müəyyən edilmişdir. 5/84 və 4/73 çay genotiplərində ekstraktiv və tanin tərkibinin daha yüksək olduğu müəyyən edilmişdir.

Açar sözlər: *Çay, Azərbaycan, genotip, ekstraktiv maddələr, tanin*

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ГЕНОТИПОВ ЧАЯ (*Camellia sinensis* L.) ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ КАЧЕСТВА

[1]Ферман М. Абдуллаев, [1,2]Айнур А. Арабзаде, [3]Мустафа Акбулут

[1]Научно-исследовательский институт плодоводства и чаеводства, Ленкоранский филиал Чая
[2]Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Кафедра химической инженерии
[3]Реджеп Тайип Эрдоганский университет, Кафедра садоводства, Турция

[1] Кандидат биологических наук, Orcid 0000-0001-5871-0441 farman-a@mail.ru
[1,2] Кандидат биологических наук, Доцент Orcid 0009-0009-3531-8688 aynur.arabzade@asoiu.edu.az
[3]Профессор, Orcid 0000-0003-1028-162X mustafa.akbulut@erdogan.edu.tr

АННОТАЦИЯ

Исследования проводились в чайном отделе Ленкоранского института плодоводства и чая на 10 генотипах чая (1/47, 2/17, 7/18, 6/44, 3/341, 4/73, 8/77, 5/84, 9/100, kl-2) и одном контрольном сорте чая (Азербайджан-2). Основной целью исследования было выявление лучших сортов и генотипов, возделываемых на опытных участках Ленкоранского чайного отдела, которые демонстрируют более высокую урожайность, устойчивость к засухе и морозам, толерантность к очень низкой относительной влажности летом, высокие вкусовые качества, повышенные биохимические показатели и большее содержание дубильных и экстрактивных веществ. Для этого были проведены различные биохимические анализы

чайных растений, выращенных на опытных участках Ленкоранского чайного отдела, с целью отбора наиболее эффективных генотипов. Соответственно, количество дубильных веществ и экстрактивных веществ в каждом генотипе чая было исследовано в разные периоды (май, июль и сентябрь). На основании результатов количество экстрактивных веществ варьировалось от 40% до 55%. В то время как содержание экстракта составляло 44,36% в мае, оно увеличивалось до 48,09% в июле и уменьшалось до 43,86% в сентябре. Среднее содержание экстракта в контрольном сорте, Азербайджан-2, составляло 40,67%, тогда как все исследованные генотипы показали более высокие значения экстракта, чем контроль. Среди них генотип 5/84 имел самое высокое содержание экстракта - 48,67%, за ним следовали генотипы 4/75 (47,67%) и 6/44 (47,00%). С точки зрения содержания дубильных веществ значения варьировались от 19,0% до 29,6%. Содержание танина составило 24,12% в мае, увеличилось до 26,75% в июле и снизилось до 23,26% в сентябре. Среднее содержание танина сорта Азербайджан-2 (контроль) составило 20,37%, при этом все генотипы продемонстрировали более высокий уровень танина, чем контроль. Среди них генотипы 5/84 и 2/17 показали самое высокое содержание танина - 26,27%, за ними следует генотип 4/73 - 26,23%. Показатели качества продукции из листового зеленого чая в первую очередь определялись пропорциями нормальных (тонких), матовых и грубых листьев в собранном зеленом сырье. Было установлено, что содержание экстрактивных веществ и танина было выше в генотипах чая 5/84 и 4/73.

Ключевые слова: Чай, Азербайджан, генотип, экстрактивные вещества, танин

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0852

AGROEKOLOJI UYGULAMALARININ EKOLOJIK ÖNEMI

Fatoş YİGİT

[1] Iğdır University, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences Major, Iğdır, Turkey
[1] PhD, http://orcid.org/0000-0002-9500-3778, fatos76ygt@gmail.com

Özet

Toprak, insanlığın beslenmesi, barınması ve sürdürülebilir bir yaşam için hayati öneme sahip bir doğal kaynaktır. Tarım, tarih boyunca medeniyetlerin gelişmesinde temel bir rol oynamış ve toplumsal yapıların şekillenmesine katkıda bulunmuştur. Ancak, modern tarım uygulamaları, çevresel etkilerinin artması, doğal kaynakların tükenmesi ve ekosistem dengesizliklerine yol açmasıyla birlikte sürdürülebilir ve çevre dostu yaklaşımlar ihtiyacı ortaya çıkmıştır.

Tarımda karşılaşılan önemli zorluklardan biri, ekilen tarım ürünlerinin gelişimini olumsuz etkileyen yabancı otlar ve zararlılardır. Yabancı otlar, tarım alanlarında verim kaybına neden olurken, aynı zamanda ekosistem dengesini de bozabilmektedir. Bu bağlamda agroekoloji, ekosistem ilkelerini temel alarak, tarımsal üretimi doğa ile uyum içinde sürdüren bir çözüm olarak öne çıkmaktadır. Agroekolojik yaklaşım, kimyasal herbisitler gibi zararlı girdilerin kullanımını azaltarak, yabancı otlar dâhil olmak üzere zararlılarla mücadelede biyolojik ve doğal yöntemlere öncelik verir. Agroekoloji, biyolojik çeşitliliği ve doğal döngüleri koruyarak, çevre dostu bir üretim süreci sunar.

Bu yaklaşım, yalnızca ekolojik bir çözüm değil, aynı zamanda tarım-gıda sistemlerinde sosyal ve ekonomik dönüşüm sağlama potansiyeline sahiptir. Agroekoloji, sürdürülebilir tarımı desteklerken, tarım alanlarının esnekliğini artırarak çevresel dengeyi güçlendirmeyi hedefler.

Anahtar kelimeler: *Agroekoloji, Yabancı ot mücadelesi, Toprak, Biyoçeşitlilik.*

GİRİŞ

Agroekoloji, tarımsal üretimi doğa ile uyum içinde sürdüren ve ekosistem ilkelerine dayanan bir yaklaşım olarak son yıllarda daha fazla önem kazanmaktadır. Bu yaklaşım, çevresel sürdürülebilirliği sağlarken aynı zamanda tarımsal verimliliği de artırmayı hedefler. Agroekolojinin temel ilkelerinden biri, tarımın biyolojik çeşitliliği desteklemesi ve ekosistem işlevlerini bozacak uygulamalardan kaçınılmasıdır.

Tarımsal üretimdeki en büyük zorluklardan biri yabancı otlarla mücadeledir. Yabancı otlar, ekili alanlarda tarım ürünlerinin gelişimini olumsuz etkileyerek verim kaybına yol açar ve genellikle kimyasal herbisitlerle kontrol edilmeye çalışılır. Ancak agroekolojik yaklaşımlar, kimyasal girdilere dayalı çözümler yerine doğal ve biyolojik yöntemlerle yabancı ot yönetimini hedefler. Bu yöntemler, toprak sağlığını ve biyolojik çeşitliliği koruyarak daha sürdürülebilir bir üretim süreci sunar.

Toprak ise agroekolojinin temel bileşenlerinden biridir. Tarımsal faaliyetler toprak sağlığını doğrudan etkiler; toprağın organik maddesi, biyolojik çeşitliliği ve ekosistem hizmetleri, verimli bir tarım için çok önemlidir. Yabancı otlarla mücadele, toprak sağlığını bozan kimyasal ilaçların kullanımını azaltarak, ekosistemi dengeleyen doğal yöntemlerle yapılmalıdır.

Biyoçeşitlilik, agroekolojik sistemlerin başarısının temel taşıdır. Tarım alanlarında biyolojik

çeşitliliğin korunması, toprak sağlığını güçlendirir ve zararlılara karşı doğal direnç oluşturur. Yabancı otlar da bu çeşitliliğin bir parçası olabilir; doğru yönetildiğinde, tarım alanlarındaki biyolojik dengeyi desteklerler. Agroekolojik sistemlerde, çeşitli bitki türlerinin birlikte yetişmesi, hem yabancı ot mücadelesini kolaylaştırır hem de ekosistemi güçlendirir.

Agroekolojik yaklaşımlarda, sürdürülebilir tarımın temel unsurlarından biri ekim nöbeti uygulamasıdır. Ekim nöbeti, farklı bitki türlerinin belirli bir sırayla ekilmesiyle toprağın verimliliğini artırmak, zararlılarla ve hastalıklarla mücadele etmek, toprak sağlığını korumak ve organik madde miktarını artırmak için kullanılan etkili bir tekniktir. Agroekolojik sistemlerde ekim nöbetinin önemi, toprağın biyolojik çeşitliliği artırarak ekosistemi dengelemesi ve verimli bir üretim ortamı sağlamasında yatar. (2).

İyi bir ekim nöbeti uygulandığında, hastalıklar ve erozyon gibi tarımsal zorluklar azalır, çünkü bitkiler arasında farklılıklar sağlanarak hastalıkların yayılması engellenir ve toprak erozyona karşı daha dirençli hale gelir. Aynı zamanda, toprak yapısı gelişir, organik madde ve azot miktarı artar. Bu artış, bitkilerin besin maddelerinden ve gübreden daha verimli bir şekilde yararlanmasını sağlar, böylece ekim nöbeti toprak verimliliği açısından önemli bir rol oynar.

Agroekolojik sistemlerde ekim nöbeti, toprak sağlığını iyileştirirken, doğal kaynakların korunmasına da katkıda bulunur. Münavebe uygulanan bir tarlaya çeltik samanı, mısır samanı, doğal ve yapay gübreler eklenmesi, toprak hacmini, ağırlığını, gözenek büyüklüğünü ve su tutma kapasitesini olumlu yönde etkiler. Bu durum, toprak yapısının güçlenmesine ve suyun daha iyi tutulmasına yardımcı olur. Bu şekilde, toprak, uzun vadede daha verimli ve sürdürülebilir bir üretim alanı haline gelir.

Ekim nöbeti, sadece verimliliği artıran değil, aynı zamanda çevre dostu bir tarım sisteminin temellerini atan önemli bir stratejidir. Toprağın sağlığını koruyarak, biyolojik çeşitliliği artırır ve tarımsal üretimin sürdürülebilirliğine katkı sağlar.

Ekim Nöbetinin (Ürün Rotasyonu) Yabancı Otlanmaya Etkisi

Günümüzde, kültür bitkisi yetiştirilen alanlarda, ekonomik anlamda girdilerin azaltılabilmesi ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının hayata geçirilmesi için en etkili yabancı ot yönetimi, ürün değişimi (veya ürün rotasyonu) ile gerçekleştirilebilmektedir (3).

Ürün değişimi, aynı alanda farklı bitkilerin sırasıyla ekilmesi esasına dayanır ve bu yöntem, topraktaki yabancı otların kontrolünü sağlamak için doğal bir yol sunar.

Ekim nöbeti çalışmalarından birinde, sadece mısır, mısır + soya ve mısır + buğday + yem bitkisi rotasyonları, toprak işleme ve toprak işlemesiz koşullarda denenmiştir. Bu çalışmada, toprak işlenen ve ürün rotasyonu uygulanan tarlalarda, topraktaki tohum rezervleri, tohum miktarı ve yabancı ot popülasyonlarının azaldığı gözlemlenmiştir. (4).

Yabancı ot yönetiminde ekim nöbeti, toprak yorgunluğunun giderilmesine yardımcı olur. Bu süreç, farklı besin elementlerinin kullanımı ve miktarının değişmesi, mikrobiyal faaliyetlerin artması, erozyonun önlenmesi gibi faydalar sağlar. Sonuç olarak, yabancı ot florası tür açısından zenginleşir, topraktaki organik madde miktarı artar, yapay gübre kullanımı azalır ve kültür bitkilerinin rekabet gücü yükselir (5). Ekim nöbeti, yabancı ot türlerinde dayanıklılık yönetiminin sağlanmasına ve yabancı ot mücadele stratejilerinin çeşitlendirilmesine olanak tanır. Bu stratejiler arasında çapalama, allelopatik etki, azot bağlama ve yüksek rekabet gücü gibi yöntemler yer alır.

Ekim Nöbetinde Kullanılan Kültür Bitkilerinin Yabancı Otlanmadaki Yeri

Ekim Nöbeti, kültür bitkilerinin ekim ve hasat tarihlerini, fenolojik gelişimlerini, rekabet güçlerini, gübreleme ihtiyaçlarını ve yabancı ot türleriyle olan ilişkilerini periyodik olarak

değiştiren bir uygulamadır. Bu çeşitlendirme, tarlarda zararlı yabancı otların popülasyonlarını kontrol altında tutmak için etkili bir yöntem sağlar. Ekim nöbeti, her bitki türünün farklı kök yapıları, besin gereksinimleri ve büyüme özellikleri sergilemesi sayesinde, toprakta mevcut yabancı otlar için uygun yaşam alanlarının azalmasına yol açar. Böylece, her bir kültür bitkisi, ekili olduğu dönemde farklı seviyelerde rekabet oluşturarak yabancı otlarla mücadele eder (6).

Ürün rotasyonu uygulamalarında, ekilecek kültür bitkilerinin yabancı otlara karşı üstün özelliklerinin ne olduğu da iyi bir şekilde bilinmelidir. Her kültür bitkisi, yabancı otlarla rekabet etme yeteneği açısından farklı özellikler sergileyebilir. Örneğin, Poaceae (yemişgiller) familyasına ait kültür bitkileri, genellikle yabancı otlarla rekabet etme yetenekleri yüksek olan bitkilerdir. Bu bitkiler, hızlı büyüme oranları, geniş kök yapıları ve sıkı yaprak örtüleriyle yabancı otların ışık, su ve besin maddeleri gibi kaynaklara erişimini engeller (7).

Fabaceae (baklagiller) familyasına ait kültür bitkileri, genellikle örtücü bitkiler olarak kullanılır. Bu bitkiler, toprak yüzeyini kaplayarak yabancı otların büyümesini engellerken, aynı zamanda toprak sıcaklığını koruyarak, topraktaki nem dengesinin sağlanmasına yardımcı olur. Bununla birlikte, baklagillerin azot bağlama özelliği, toprağın azot içeriğini artırarak, sonraki ekimlerdeki bitkilerin daha verimli büyümesini sağlar.

Planlanmış ekim nöbetlerinin uygulamaya aktarılması, flora çeşitliliğini artırarak, sürdürülebilir tarımın sürekliliğini sağlar. Ekim nöbeti sayesinde, aynı alanda farklı bitki türlerinin ekilmesi, toprakta bulunan biyolojik çeşitliliği destekler ve ekosistem dengesini güçlendirir. Bu çeşitlilik, hem zararlılarla hem de yabancı otlarla daha etkili bir mücadele sağlanmasına olanak tanır.

Ürün değişimi uygulamaları, tarlalarda sorun yaratan yabancı otların hayat döngüsünde kırılmalar meydana getirir (8). Farklı bitkiler, yabancı otların tohumlarının çimlenmesini engelleyebilir veya bu otların gelişimini sınırlayabilir, çünkü her bitki türü farklı kök yapıları, besin gereksinimleri ve büyüme özelliklerine sahip olduğu için yabancı otlar için uygun yaşam alanlarını azaltır. Bu şekilde, yabancı ot popülasyonları kontrol altına alınırken, aynı zamanda toprak sağlığı korunur ve ürün verimliliği artırılır.

Kültür Bitkileri ile Yabancı Otların Gelişmesinde Ve Rekabetinde Etkili Çevresel Faktörler

Kültür bitkileri ile yabancı otlar arasındaki rekabette, ışık, su ve besin maddeleri en önemli çevresel kaynaklardır. Bu kaynakların ortamda bulunabilirliği ve kullanılabilirliği, tüm bitkiler için fizyolojik, morfolojik ve rekabet açısından büyük önem taşır. Yeterli ışık, su ve besin maddelerinin sağlanması, bitkilerin sağlıklı gelişimi ve verimli üretimi için kritik faktörlerdir (9).

Ayrıca, yabancı otların ve kültür bitkilerinin coğrafi dağılımı, bu çevresel kaynaklarla doğrudan ilişkilidir ve büyük bir çevresel değişkendir. Yabancı otlar ve kültür bitkileri, belirli sıcaklık koşullarında optimum gelişim gösterirler. Her iki grup bitki için en uygun gelişim sıcaklığı, bir alt eşik ile üst limit arasındaki sıcaklık değerlerinde bulunur. Bu sıcaklık aralığında, her iki bitki türü de daha verimli bir şekilde büyür ve rekabet gücü artar. Bu nedenle, sıcaklık değişiklikleri, özellikle yabancı otların yayılmasında ve kültür bitkilerinin verimliliğinde önemli bir rol oynar.

TARTIŞMA-SONUÇ

Agroekoloji, sürdürülebilir tarım ve ekolojik dengeyi sağlama konusunda önemli bir rol oynamaktadır. Modern tarım uygulamaları, çevre üzerindeki olumsuz etkileriyle bilinirken, agroekolojik yaklaşımlar bu sorunları çözmek için doğa dostu ve verimli çözümler sunmaktadır.

Agroekoloji, biyoçeşitliliği artırarak, toprak sağlığını koruyarak ve ekosistem hizmetleriyle uyumlu bir şekilde tarımsal üretimi teşvik ederek doğanın gücünden faydalanır. Bu yaklaşımlar, tarımsal üretimi doğal çevre ile uyum içinde sürdürülebilir hale getirir ve böylece çevreye duyarlı, verimli ve uzun vadeli çözümler sağlar.

Agroekoloji, modern endüstriyel tarım sistemlerinden farklı olarak kimyasal gübre ve pestisit kullanımı yerine doğal yöntemleri ön planda tutar. Toprak sağlığını koruma, biyoçeşitliliği artırma ve yerel kaynakları verimli kullanma gibi ilkelerle, hem çevreyi hem de toplumları koruyacak şekilde üretim yapılmasını teşvik eder. Bu yaklaşım, toprağın organik madde içeriğini artırarak, ekosistem hizmetlerini güçlendirir ve çevresel tahribatı minimize eder.

Agroekolojinin, özellikle yabancı ot yönetimi ve biyoçeşitlilik gibi alanlarda sağladığı katkılar, bu yöntemi özellikle sürdürülebilir tarım için cazip hale getirmektedir. Ürün rotasyonu, ekim nöbeti, organik gübre kullanımı gibi yöntemler, kimyasal maddelere olan bağımlılığı azaltarak doğal dengeyi korur. Ayrıca, agroekolojik yaklaşımlar, toprak erozyonunu engellemeye ve su kaynaklarını verimli kullanmaya yardımcı olur.

Yabancı otlarla mücadelede farklı etki mekanizmalarına sahip herbisitlerin ve yöntemlerin bir arada kullanılması, yabancı ot popülasyonlarının kontrolünü sağlar ve toprak sağlığını iyileştirir. Örtücü bitki ekimi, sürdürülebilir tarımı destekleyen bir yöntem olarak yabancı otları kontrol eder, toprak erozyonunu engeller ve su ile besin maddelerini korur. Yabancı otlar, kültür bitkileriyle rekabet ederek verim kayıplarına yol açar, bu yüzden kritik periyot belirlenerek doğru zamanda müdahale edilmesi gerekir. Yabancı ot mücadelesi, gereksiz herbisit kullanımını azaltarak biyoçeşitliliği koruma ve tarımsal verimliliği artırma adına büyük önem taşır.

ÖNERİ

Agroekoloji, tarımda sürdürülebilirliği sağlamada önemli bir araçtır. Çevre dostu uygulamalarla tarım yaparken, verimliliği artırmak ve ekosistem dengesini korumak mümkündür. Bu yaklaşım, yalnızca tarımsal üretimi değil, aynı zamanda doğal kaynakların korunmasını ve toplumların daha sağlıklı, güvenli gıda sistemlerine ulaşmasını sağlar. Agroekolojinin potansiyeli, biyoçeşitliliği artırma, toprak sağlığını iyileştirme ve çevresel etkileri minimize etme gibi faydalarıyla tarım ve ekoloji açısından büyük bir katkı sunmaktadır. Dolayısıyla, agroekolojik yaklaşımlar, geleceğin tarım politikalarında ve uygulamalarında daha geniş bir yer bulmalıdır.

Agroekolojinin baskın tarım kültürü olması için halkın talebinin bu yönde olması gerekmektedir. Verimlilik üzerinden yapılan algı çalışması durdurulmalı; daha taze, mineral açısından daha yüksek, koku ve tat olarak daha tatmin edici gıdalara erişimi mümkün kılan tarım yöntemleri anlatılmalıdır. Doğayla uyumlu tarım yöntemleri ile iklim değişikliğini yavaşlatmak, biyolojik çeşitliliği ve doğal varlıkları korumak mümkün olacaktır.

Kaynakça

1. Torun H. (2017). Osmaniye İli'nde ekim nöbetinin kısır yabani yulafta (Avena sterilis L.) oluşmuş herbisit direncine etkisinin araştırılması ve haritalaması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 225s, Adana.
2. Hanay, A., 1990. Çöp Kompostunun Toprakların Bazı Yapısal Özellikleri ve Toprak-Su İlişkilerine Olan Etkilerinin Ahır Gübresi İle Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma (Doktora Tezi). Atatürk Üniv. Fen Bil. Ens., Erzurum.
3. Liebman M., Gallandt ER. (1997). Many little hammers: ecological management of crop–weed interactions. In: Jackson LE. (eds.) Ecology in Agriculture. San Diego, CA: Academic

Press. pp. 291–343.
4. Cardina J., Herms JP., Doohan DJ. (2002). Crop rotation and tillage system effects on weed seedbanks. Weed Science, 50: 448-460.
5. Melander B., Rasmussen G. (2001). Effects of cultural methods and physical weed control on intrarow weed numbers, manual weeding and marketable yield in direct-sown leek and bulb onion. Weed Research, 41: 491-508.
6. Forcella F., Eradat-Oskoui K., Wagner SW. (1993). Application of weed seedbank ecology to low-input crop management. Ecological Applications, 3: 74-83.
7. Torun H. (2017). Osmaniye İli'nde ekim nöbetinin kısır yabani yulafta (Avena sterilis L.) oluşmuş herbisit direncine etkisinin araştırılması ve haritalaması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 225s, Adana.
8. Buhler DD. (2002). Challenges and opportunities for integrated weed management. Weed Science, 50: 273-280.
9. Hasanuzzaman M. (2015). Crop-Weed Competition, https://Hasanuzzaman.Weebly.Com/Uploads/9/3/4/0/934025/Crop-Weed_Competetion.Pdf, (Erişim tarihi: 08.05.2021).

ECOLOGICAL IMPORTANCE OF AGROECOLOGY PRACTICES

Fatoş YİGİT
[1]Iğdır University, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences Major, Iğdır, Turkey.
[1]ORCID ID: https://orcid.org/ 0000-0002-9500-3778, fatos76ygt@gmail.com +90 538 237 72 99

ABSTRACT
Soil is a vital natural resource for humanity's nutrition, shelter, and sustainable living. Throughout history, agriculture has played a key role in the development of civilizations and the formation of social structures. However, modern agricultural practices, with their increasing environmental impacts, depletion of natural resources, and disruption of ecosystem balances, have highlighted the need for sustainable and environmentally friendly alternatives.
One of the major challenges in agriculture is the presence of weeds, which negatively affect the growth of cultivated crops. Weeds not only cause a loss in yield but also disrupt the ecological balance of agricultural systems. In this context, agroecology emerges as a solution that is based on ecosystem principles and promotes agricultural production in harmony with nature. Agroecological approaches prioritize biological and natural methods for managing weeds and pests, reducing the reliance on harmful chemical inputs such as herbicides. Agroecology preserves biodiversity and natural cycles, offering an environmentally friendly production process.
This approach is not only an ecological solution but also holds the potential to drive social and economic transformation within agri-food systems. Agroecology supports sustainable agriculture while enhancing the resilience of agricultural lands and strengthening environmental balance.

Keywords: Agroecology, Weed Management, Soil, Biodiversity.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0857

MICROBIAL DEGRADATION OF VOLATILE SULFUR COMPOUNDS: A CASE STUDY ON 2-FURANMETHANETHIOL

Guven Ozdemir[1], Selin Sarıçayır[2], Hande Unlu[3]

[1]Department of Biology, Section of Basic and Industrial, Microbiology, Ege University, Izmir, Turkey, email ID: guven.ozdemir@ege.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-7577-4233
[2]Department of Biology, Section of Basic and Industrial, Microbiology, Ege University, Izmir, Turkey, email ID: selinsaricayir@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5639-100X
[3]Department of Biology, Section of Basic and Industrial, Microbiology, Ege University, Izmir, Turkey, email ID: handeeeunluuu@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0228-2019
Correspondence author's email: guven.ozdemir@ege.edu.tr

ABSTRACT

Objective: Thiols, or mercaptans, are highly toxic and odorous chemicals commonly found in industrial and agricultural settings. Among these, 2-furanmethanethiol is particularly concerning due to its strong odor and toxicity. This study investigates the degradation of 2-furanmethanethiol using microbial strains isolated from natural environments.

Methods: Samples were collected from pig feces (adult and infant) and activated sludge. Six bacterial strains were isolated and identified, including Bacillus toyonensis, Shewanella sp., Myroides injenensis, Pseudomonas sp., Acinetobacter sp., and Proteus vulgaris. High-performance liquid chromatography (HPLC) analyses were used to evaluate their degradation efficiency.

Results: P. vulgaris, Pseudomonas sp., and Acinetobacter sp. degraded nearly 100% of 2-furanmethanethiol within 48 hours, while the other strains achieved similar efficiency within 72 hours. The results highlight the potential of these bacterial strains for targeted biodegradation.

Conclusion: This study underscores the importance of optimizing microbial activity under controlled conditions to ensure effective large-scale bioremediation. The findings provide insights into the role of microbial communities in reducing environmental pollution and improving air quality.

Keywords: *Biodegradation, Thiols, 2-Furanmethanethiol, Odor pollution, HPLC, Environmental remediation.*

INTRODUCTION

Odor emissions have long been recognized as a significant environmental concern due to their impacts on air quality, public health, and community welfare. Compounds such as ammonia (NH_3), hydrogen sulfide (H_2S), and thiols (mercaptans) are major contributors to odorous emissions from sources such as industrial production sites, livestock farms, and wastewater treatment plants. Among these, thiols stand out due to their low odor thresholds and high toxicity, making them particularly challenging to manage [1]. Additionally, the global-scale impacts of volatile sulfur compounds (VSCs), such as dimethyl sulfide (DMS), deserve greater attention due to their roles in atmospheric processes and potential feedback mechanisms influencing climate change [2, 3].

Research on the environmental impacts and biodegradation of volatile organic compounds (VOCs), especially sulfur-based ones, provides critical insights into managing these compounds. Mayer et al. (2021) shed light on the critical role of microorganisms like *Staphylococcus* in producing odorous compounds and the effectiveness of various microbial approaches in biologically controlling such production [4].

The ability of microorganisms to degrade sulfur-based compounds has emerged as an eco-friendly and sustainable approach. In the past, the efficiency of bacteria like *Pseudomonas* sp. in removing H_2S under various conditions has been successfully demonstrated [5]. Similarly, heterotrophic bacteria such as *Bacillus* sp. have been identified as effective bioremediation agents for reducing odor emissions from pig manure [6]. These studies demonstrate the potential for effectively managing volatile sulfur compounds through biological methods.

Ye and Fu (2023) emphasized the effectiveness of microbial agents in degrading odorous compounds like skatole and highlighted their potential to address environmental pollution. Their work shows that even resistant compounds, due to their biological toxicity, can be efficiently managed using microbial methods [7].

The volatile sulfur compound (VSC) 2-furanmethanethiol is particularly intriguing due to its strong odor and potential environmental impact. Prolonged exposure to this compound can lead to severe health effects, including neurological symptoms such as depression and dizziness. Moreover, it contributes to greenhouse gas emissions, further exacerbating environmental challenges [8, 9]. These emissions affect local environments and global atmospheric quality, making their management a priority. The persistence of this compound in the environment is attributed to its resistance to natural degradation processes and its hydrophobic structure, complicating mitigation efforts [10, 11].

Traditional methods for reducing odor emissions, such as chemical cleaning, adsorption, and oxidation, often have significant drawbacks, including high operational costs and the production of harmful by-products. Furthermore, these methods are not always effective in completely eliminating odorous compounds like 2-furanmethanethiol, resulting in residual pollution that requires further treatment. The use of microorganisms capable of degrading odorous compounds has emerged as a cost-effective and environmentally friendly alternative. Microbial biodegradation provides complete mineralization of pollutants without generating secondary waste, offering a sustainable solution [8, 12].

This study aims to isolate and evaluate microbial strains capable of degrading 2-furanmethanethiol from pig feces and sludge samples. By identifying the most effective strains and analyzing their degradation capabilities, this study seeks to contribute to the development of sustainable methods for odor control and environmental management. Furthermore, the findings are expected to provide valuable insights into the role of microbial communities in reducing environmental pollution and improving air quality.

Materials and Methods

Sample Collection and Preparation

Samples were collected from three different natural habitats: adult and infant pig feces from a pig farm in the Seyrek region of İzmir and activated sludge samples from the biological treatment section of a food industry wastewater treatment facility. To isolate microorganisms capable of degrading 2-furanmethanethiol, 1 gram of each sample was inoculated into 25 mL of Mineral Salt Medium (MSM) containing 185 ppm of 2-furanmethanethiol. These mixtures were

incubated in a shaking incubator at 27°C and 120 rpm for 5 days. To facilitate the growth of degrading microorganisms and maintain the targeted activity, 1.23 µL of liquid was transferred from amber bottles every five days into fresh mineral salt medium containing 185 ppm of 2-furanmethanethiol. This process was repeated twice.

Isolation and Culturing of Microorganisms

After the second passage, samples from the bottles were serially diluted up to 10^-4 and plated onto Nutrient Agar medium. After 24 hours of incubation at 27°C, colonies were selected based on various colony morphologies and transferred to Nutrient Agar using the streak plate method for purification. Pure isolates were stored on slanted Nutrient Agar at +4°C.

Determination of Biodegradation Activities

For biodegradation experiments, MSM containing 185 ppm of 2-furanmethanethiol was prepared in 50 mL amber bottles. Isolates stored on slanted Nutrient Agar at +4°C were activated on Nutrient Agar plates at 27°C for 24 hours. Post-activation, the isolates were adjusted to an optical density (OD) of 1. The sterilized amber bottles were supplemented with 5% of the isolates and 2-furanmethanethiol, thoroughly mixed, and incubated in a shaking incubator at 27°C and 120 rpm. Samples (1.5 mL) were aseptically taken every 24 hours (t_0, t_{24}, t_{48}, t_{72}) from the amber bottles.

The collected samples were centrifuged at 2500 rpm for 5 minutes to separate the supernatant and pellet. From the supernatant, 800 µL was filtered using 0.45 µm filters with a sterile syringe and transferred into vials for HPLC analysis. The same procedures were followed for control bottles without microorganisms.

HPLC Analysis

The biodegradation of 2-furanmethanethiol was monitored using an HPLC system (Agilent 100 series, USA) with a C18 column (4.6 × 150 mm, 5 µm, Agilent Eclipse XDB). The mobile phase consisted of 50% acetonitrile and 50% water with 0.9% formic acid. The flow rate was set at 1 mL/min, the injection volume was 20 µL, and the column temperature was maintained at 30°C. Retention times and response factors were determined, and standard curves were prepared using solutions in the range of 5 ppm to 200 ppm. The retention time of 2-furanmethanethiol was determined to be 3.8 minutes, and detection was performed at a wavelength of 230 nm.

DNA Extraction and Molecular Identification

Isolated microorganisms were inoculated onto TSA medium and incubated at 27°C for 24 hours. Colonies were examined for morphology, color, odor, and pigmentation. Gram staining characteristics were determined. DNA extraction for isolates with defined cultural properties was performed to determine 16S rRNA gene sequences. DNA was extracted using the High Pure PCR Template Preparation Kit (Roche, Basel, Switzerland) according to the manufacturer's protocol. The quality and concentration of DNA were measured using a micro-volume spectrophotometer (Nanodrop 2000c, Thermo Scientific, USA).

The 16S rRNA gene region was amplified using the primers 11F (5′-GTTTGATCCTGGCTCAG-3′) and 1492R (5′-GGYTACCTTGTTACGACTT-3′). PCR amplification was carried out with a TECHNE TC-PLUS thermal cycler under the following conditions: initial denaturation at 94°C for 3 minutes, followed by 35 cycles of 94°C for 30 seconds, 48°C for 30 seconds, and 72°C for 90 seconds, with a final extension at 72°C for 5 minutes. PCR products were visualized on a 1% agarose gel using electrophoresis. PCR fragments (~1480 bp) were analyzed with a multispectral imaging system (BioSpectrum, UK), purified using the NucleoSpin Gel and PCR Clean-up kit (Macherey-Nagel GmbH, Germany), and sequenced

with an ABI Prism Genetic Analyzer (Applied Biosystems, USA). The sequence data were processed using DNA Baser Sequence Assembler software and analyzed on the NCBI BLAST platform. Multiple sequence alignment was performed using MEGA 7 software. Phylogenetic analysis was conducted using the Neighbor-Joining and Maximum Likelihood methods, and a phylogenetic tree was constructed with MEGA 7 software. Bootstrap values (1,000 replicates) were used to ensure validation [13, 14, 15].

Results

Microbial Isolation and Phylogenetic Analysis

This study investigated the effectiveness of microbial strains present in samples collected from natural environments in degrading 2-furanmethanethiol, a thiol compound. A total of six microbial strains were isolated and confirmed through molecular identification. Phylogenetic analysis revealed the genetic relationships between the isolates and previously characterized bacteria involved in thiol compound degradation, supporting the biodegradation potential of these isolates. Figure 1 illustrates the phylogenetic tree of the isolates.

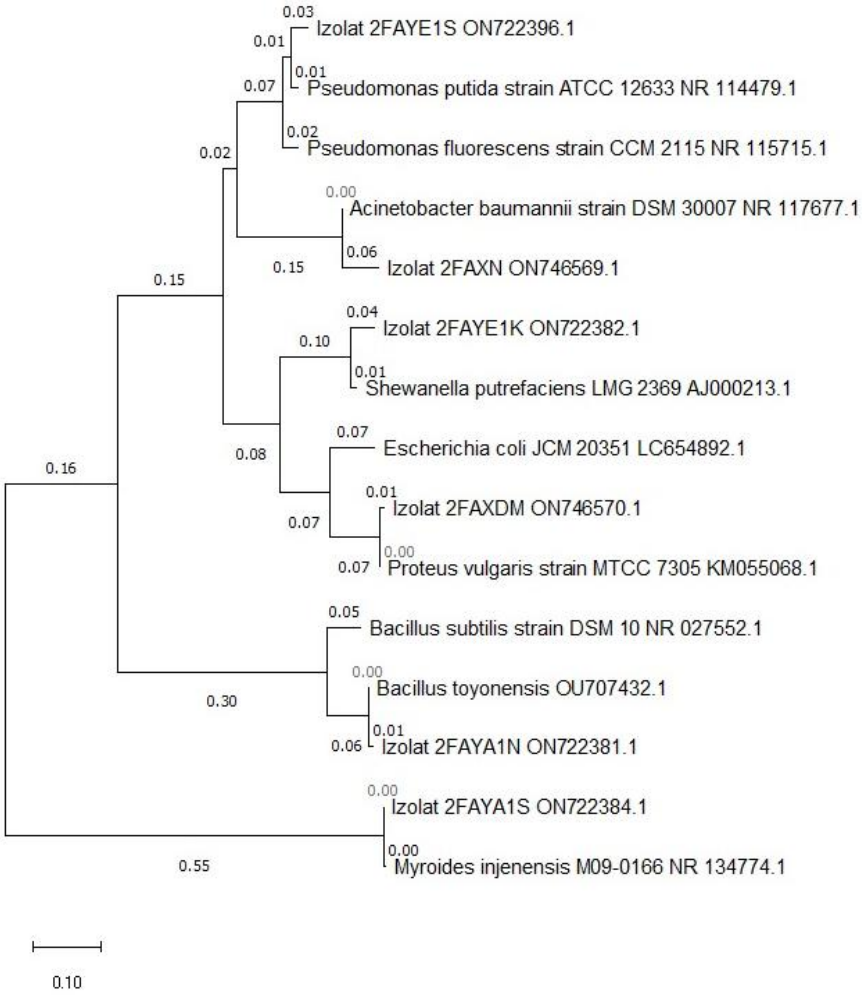


Fig. 1. Phylogenetic tree based on the 16S rRNA gene sequence showing the position of isolates among related reference species.

Biodegradation Efficiency

HPLC analyses revealed that *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas* sp., and *Acinetobacter* sp. strains exhibited nearly 100% biodegradation efficiency for 2-furanmethanethiol within 48 hours. Other strains achieved similar efficiency only after 72 hours. Figure 2 presents the time-dependent degradation curves.

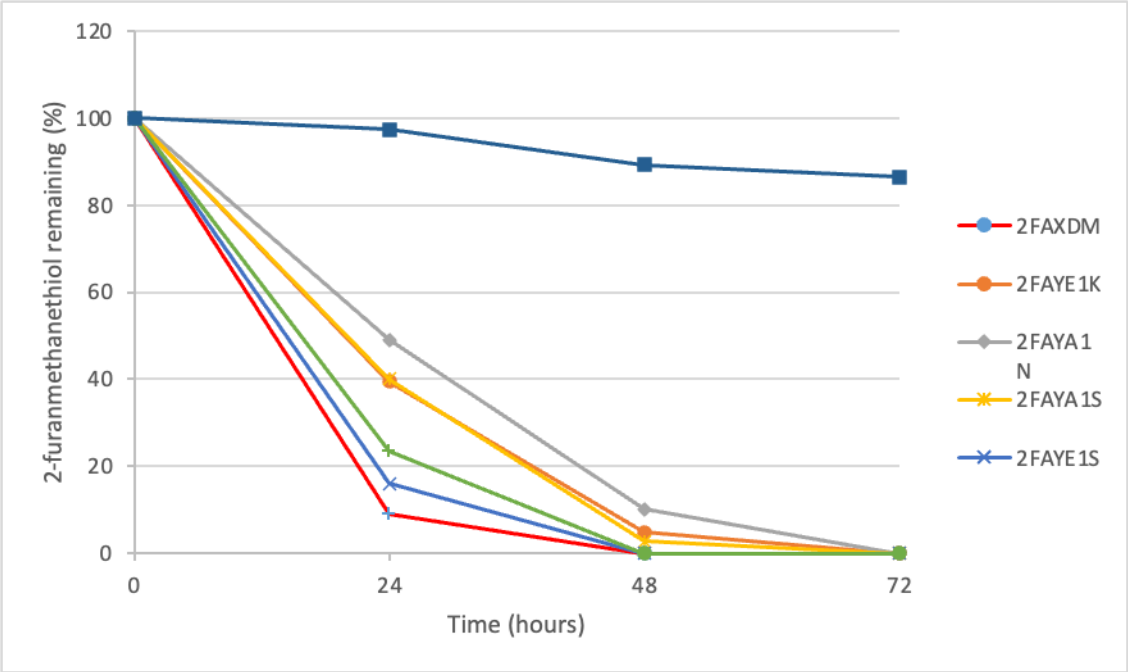


Fig. 2. Time-dependent degradation curves of 2-furanmethanethiol during biodegradation experiments.

Microbial Activity and Performance Analysis

Pseudomonas sp. and *Acinetobacter* sp. strains displayed rapid metabolic activity, particularly during the first 48 hours, indicating the initiation of exponential growth during the reproductive phase. However, the delayed performance of other strains, such as *Bacillus toyonensis* and *Myroides injenensis*, is hypothesized to be due to the toxic effects of 2-furanmethanethiol or the time required for environmental adaptation.

Discussion

This study identifies effective microbial agents for the biodegradation of 2-furanmethanethiol and highlights the bioremediation potential of these strains. The findings demonstrate that, compared to previous studies reporting near-complete degradation (98–100%) of ethanethiol at low concentrations (2–4 mg/L) over approximately 96 hours by newly isolated microorganisms such as *Lysinibacillus sphaericus* RG-1 (Wan et al., 2010), the isolates in this study achieved nearly 100% degradation efficiency within a shorter time frame of 48 hours [16]. *Pseudomonas* sp. DO-1, isolated by Honma and Akino (1998), exhibited similar efficiency in hydrogen sulfide removal, and the metabolic flexibility of this bacterium holds promise for odor control systems [5]. Similarly, the use of *Bacillus* sp. as an effective biological agent for odor reduction in pig manure, as demonstrated by Ushida et al. (2003), underscores the potential of

heterotrophic bacteria to degrade various volatile sulfur compounds [6].

Strains such as *B. toyonensis*, *M. injenensis*, and *Shewanella* sp. were identified for the first time in this study for their role in the biodegradation of thiol compounds, demonstrating their ability to adapt to toxic compounds. The adaptation of *B. toyonensis* to sulfur compounds, a previously unreported feature, highlights its potential as a strong candidate for industrial bioreactor applications.

The capacity of *Shewanella* sp. to perform biodegradation under anaerobic conditions offers a unique advantage for oxygen-limited industrial environments. These findings suggest that *Shewanella* sp. holds promise for low-energy biofilter applications and emphasizes its versatility in diverse environmental settings.

Strains such as *Pseudomonas* sp. and *Bacillus* sp. have demonstrated high biodegradation efficiencies for thiol compounds, supporting their suitability for large-scale applications in industrial odor control systems. Compared to similar species reported in the literature, the results of this study indicate a higher efficiency achieved in a shorter time frame [17, 18, 19, 20, 21].

However, this study has certain limitations. Experiments were conducted under controlled laboratory conditions, which may not fully reflect the complexities of industrial environments. Future studies should focus on testing these microorganisms in more complex matrices and scalable bioreactor systems. Additionally, detailed examination of the genetic and enzymatic pathways involved in biodegradation could contribute to the development of new strategies to enhance the performance of these strains.

Microbial Strains and Performance Analyses

***P. vulgaris* (2FAXDM):** This study identified *P. vulgaris* as an effective agent in thiol compound degradation for the first time, representing a novel step in uncovering its biodegradation potential.

***Pseudomonas* sp. (2FAYE1S):** *Pseudomonas* sp. has been highlighted in the literature for its biodegradation capacity [5]. In this study, it demonstrated nearly 100% degradation efficiency within 48 hours, playing a significant role in thiol compound removal.

***Acinetobacter* sp. (2FAXN):** With its broad ecological distribution, this strain demonstrated a significant role in organic pollutant degradation, consistent with the literature [22, 23].

***B. toyonensis* (2FAYE1K):** The potential of *B.s toyonensis* in degrading various hydrocarbon compounds highlights its suitability for environmental remediation in industrial biotechnology applications [24].

***M. injenensis* (2FAYA1N):** *M.s injenensis* was identified for the first time in this study for its role in the biological degradation of thiol compounds, showcasing its capacity to adapt to toxic compounds.

***Shewanella* sp. (2FAYA1S):** With its capacity for biodegradation under both aerobic and anaerobic conditions, *Shewanella* sp. stands out as a promising candidate [25, 26, 27].

These findings provide a foundation for a broader understanding of the potential of these microorganisms to mitigate odor pollution.

Development and Future Studies

The results of this study provide a critical starting point for industrial bioremediation applications. However, additional research is required to adapt these findings to real-world applications:

1. **Industrial Testing:** Microorganisms should be tested in more complex and variable matrices. Experiments in industrial-scale bioreactors could validate the accuracy of

laboratory findings.

2. **Genetic and Enzymatic Investigations:** A deeper understanding of the genetic and enzymatic mechanisms governing biodegradation processes could enable the development of new approaches to enhance the efficacy of these microorganisms.
3. **Biofilter Applications:** Pilot studies should be conducted to explore the use of strains such as *Shewanella* sp. in low-energy biofilter systems effective in anaerobic environments.
4. **Environmental Impact Assessment:** The ecological effects of microorganism use should be evaluated, along with their contribution to enhancing environmental sustainability.

Conclusion

This study successfully isolated and evaluated six bacterial strains for their ability to degrade 2-furanmethanethiol, a major contributor to odor pollution. The superior performance of P. vulgaris, Pseudomonas sp., and Acinetobacter sp. highlights their potential for industrial applications in odor control and environmental remediation. By leveraging the metabolic capabilities of these strains, it is possible to develop cost-effective and sustainable solutions to reduce odor emissions. Future research should focus on optimizing biodegradation parameters and scaling these findings for practical applications in industrial and wastewater treatment systems. Future directions include pilot-scale biofilter system trials, and optimizing pH, temperature, and aeration to enhance degradation rates in real-world applications.

Declarations

The manuscript has not been submitted to any other journal or conference.

Study Limitations

None.

Acknowledgements

The authors would like to express their gratitude to the research teams, laboratory staff, and all individuals who contributed to the completion of this study.

Funding Source

This work was supported by Ege University Scientific Research Projects Coordination Unit. (Project Number: 22124).

Competing Interests

The authors declare no competing interests.

Human and Animal Related Study

This study does not involve human or animal subjects.

Ethical Approval

This study does not involve human or animal subjects; therefore, ethical approval was not required.

Informed Consent

Not applicable, as this study does not involve human participants.

References

1. Barbusinski, K., Kalemba, K., Kasperczyk, D., Urbaniec, K., & Kozik, V. (2017). Biological methods for odor treatment – A review. *Journal of Cleaner Production, 152,* 223–241. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.093.

2. Andreae, M. O., & Crutzen, P. J. (1997). Atmospheric aerosols: Biogeochemical sources and role in atmospheric chemistry. *Science, 276*(5315), 1052–1058. https://doi.org/10.1126/science.276.5315.1052.
3. Bates, T. S., Calhoun, J. A., & Quinn, P. K. (1992). Variations in the methanesulfonate to sulfate molar ratio in submicrometer marine aerosol particles over the South Pacific Ocean. *Journal of Geophysical Research, 97*(D4), 5205–5213. https://doi.org/10.1029/92JD00411.
4. Mayer, S., Hazenkamp, M., Kluttig, M., & Ochs, D. (2021). Inhibition of microbial production of the malodorous substance isovaleric acid by 4,4'-dichloro-2-hydroxydiphenyl ether (DCPP). *MicrobiologyOpen, 10*(2), e1174. https://doi.org/10.1002/mbo3.1174.
5. Honma, T., & Akino, T. (1998). Isolation and characterization of a hydrogen sulfide-removing bacterium, *Pseudomonas* sp. strain DO-1. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 62*(9), 1684–1687. https://doi.org/10.1271/bbb.62.1684.
6. Ushida, K., Hashizume, K., Miyazaki, K., Kojima, Y., & Takakuwa, S. (2003). Isolation of *Bacillus* sp. as a volatile sulfur-degrading bacterium and its application to reduce the fecal odor of pig. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 16*, 1795. https://doi.org/10.5713/ajas.2003.1795.
7. Ye, J., & Fu, Q. (2023). Screening of skatole-degrading bacteria and control of human fecal odor by compound bacteria. *Annals of Microbiology, 73*, 22. https://doi.org/10.1186/s13213-023-01722-x.
8. Rappert, S., & Müller, R. (2005). Odor compounds in waste gas emissions from agricultural operations and food industries. *Waste Management, 25*(9), 887–907. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2005.07.008.
9. Wang, L., Li, C., Dong, J., Quan, Q., & Liu, J. (2021). Magnitudes and environmental drivers of greenhouse gas emissions from natural wetlands in China based on unbiased data. *Environmental Science and Pollution Research, 28*(33), 44973–44986. https://doi.org/10.1007/s11356-021-13843-4.
10. Blank, I., Pascual, E. C., Devaud, S., Fay, L. B., Stadler, R. H., Yeretzian, C., & Goodman, B. A. (2002). Degradation of the coffee flavor compound furfuryl mercaptan in model Fenton-type reaction systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50*(8), 2356–2364. https://doi.org/10.1021/jf011329m.
11. Müller, C., Hemmersbach, S., van't Slo, G., & Hofmann, T. (2006). Title not provided. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54*(26), 10076–10085. https://doi.org/10.1021/jf062728q.
12. Kennes, C., & Veiga, M. C. (2010). Technologies for the abatement of odours and volatile organic and inorganic compounds. *Chemical Engineering Transactions, 23*, 1–6. https://doi.org/10.3303/CET1023001.
13. Saitou N. and Nei M. (1987). The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution* 4:406-425. DOI: 10.1093/oxfordjournals.molbev.a040454.
14. Tamura K., Nei M., and Kumar S. (2004). Prospects for inferring very large phylogenies by using the neighbor-joining method. *Proceedings of the National Academy of Sciences* (*USA*) 101:11030-11035. https://doi.org/10.1073/pnas.040420610.
15. Kumar S., Stecher G., Li M., Knyaz C., and Tamura K. (2018). MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution* 35:1547-1549. DOI: 10.1093/molbev/msy096.

16. Wan, S., Li, G., An, T., et al. (2010). Biodegradation of ethanethiol in aqueous medium by a new *Lysinibacillus sphaericus* strain RG-1 isolated from activated sludge. *Biodegradation, 21*, 1057–1066. https://doi.org/10.1007/s10532-010-9366-8.
17. Wang, X., Wu, C., Liu, N., Li, S., Li, W., Chen, J., & Chen, D. (2015). Degradation of ethyl mercaptan and its major intermediate diethyl disulfide by *Pseudomonas* sp. strain WL2. *Applied Microbiology and Biotechnology*, *99*(7), 3211–3220. https://doi.org/10.1007/s00253-014-6208-3.
18. Zhang, C. Z., Zhang, W. J., & Xu, J. (2013). Isolation and identification of methanethiol-utilizing bacterium CZ05 and its application in bio-trickling filter of biogas. *Bioresource Technology, 150*, 338–343. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.07.042.
19. Duc, H. D., Oanh, N. T., & Khanh, N. T. M. (2023). Thiobencarb degradation by *Pseudomonas* sp. Th1 and *Cupriavidus oxalaticus* Th2 isolated from soil. *Current Microbiology, 80*, 342. https://doi.org/10.1007/s00284-023-03456-0.
20. Chebbi, A., Mnif, S., Mhiri, N., Jlaiel, L., Sayadi, S., & Chamkha, M. (2014). A moderately thermophilic and mercaptan-degrading *Bacillus licheniformis* strain CAN55 isolated from gas-washing wastewaters of the phosphate industry, Tunisia. *International Biodeterioration & Biodegradation, 94*, 207–213. https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2014.08.001.
21. Choi, G. H., & Choi, K. H. (2008). *Bacillus licheniformis bc4 kccm 10860p reducing nasty odor and heavy metal and clarification methods for resource recovery from food waste or livestock waste water by using it (WO2008136545A1).* Retrieved from https://patents.google.com/patent/WO2008136545A1/en.
22. Jamil, I., & Rasheed, F. (2023). *Acinetobacter* as model organism: Environmental and biotechnological applications. *UCP Journal of Science & Technology, 1*(1), 39–54.
23. Jung, J., & Park, W. (2015). *Acinetobacter* species as model microorganisms in environmental microbiology: Current state and perspectives. *Applied Microbiology and Biotechnology, 99*, 2533–2548. https://doi.org/10.1007/s00253-015-6439-y.
24. Peixoto, F. B., Peixoto, J. C., Motta, D. C., Peixoto, A. T., Pereira, J. O., & Astolfi-Filho, S. (2018). Assessment of petroleum biodegradation for *Bacillus toyonensis* by using redox indicator 2,6-dichlorophenol indophenol. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*. 10.4025/actascibiolsci.v40i1.35640.
25. Li, Y., Liu, Y., Guo, D., & Dong, H. (2024). Differential degradation of petroleum hydrocarbons by *Shewanella putrefaciens* under aerobic and anaerobic conditions. *Frontiers in Microbiology, 15*, 1389954. https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1389954
26. Chi, W. C., Chen, C. H., & Liu, S. M. (2009). Biodegradation of anthraquinone dyes by *Shewanella* sp. NTOU1 under anaerobic conditions. *Water Science and Technology*, *60*(4), 889–899. https://doi.org/10.2166/wst.2009.417.
27. Xiao, X., Han, X., Wang, L., Long, F., Ma, X., Xu, C., Ma, X., Wang, C., & Liu, Z. (2020). Anaerobically photoreductive degradation by CdS nanocrystal: Biofabrication process and bioelectron-driven reaction coupled with *Shewanella oneidensis* MR-1. *Biochemical Engineering Journal*, *154*, 107466. https://doi.org/10.1016/j.bej.2020.107466.

Uçucu kükürdlü birləşmələrin mikrobioloji deqradasiyası: 2-Furanmetantiyol üzrə nümunə araşdırması

Guven Özdemir[1], Selin Sarıçayır[2], Hande Ünlü[3]
[1]Ege Universiteti, Biologiya fakültəsi, Əsas və Sənaye Mikrobiologiyası bölməsi, İzmir, Türkiyə.
E-poçt: guven.ozdemir@ege.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7577-4233
[2]Ege Universiteti, Biologiya fakültəsi, Əsas və Sənaye Mikrobiologiyası bölməsi, İzmir, Türkiyə.
E-poçt: selinsaricayir@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5639-100X
[3]Ege Universiteti, Biologiya fakültəsi, Əsas və Sənaye Mikrobiologiyası bölməsi, İzmir, Türkiyə.
E-poçt: handeeeunluuu@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0228-2019

XÜLASƏ
Məqsəd: Tiollar və ya merkaptanlar sənaye və kənd təsərrüfatı mühitlərində geniş rast gəlinən yüksək toksik və kəskin qoxulu maddələrdir. Onlardan biri olan 2-furanmetantiyol güclü qoxusu və toksikliyi səbəbindən xüsusi narahatlıq doğurur. Bu tədqiqatda təbii mühitlərdən ayrılmış mikroorqanizmlər vasitəsilə 2-furanmetantiyolun parçalanması araşdırılmışdır.
Metodlar: Nümunələr donuz nəcisindən (böyüklər və balalar) və aktiv çöküntüdən götürülmüşdür. Bacillus toyonensis, Shewanella sp., Myroides injenensis, Pseudomonas sp., Acinetobacter sp. və Proteus vulgaris daxil olmaqla altı bakteriya ştammı ayrılmış və identifikasiya olunmuşdur. Parçalanma effektivliyi yüksək performanslı maye xromatoqrafiyası (HPLC) ilə qiymətləndirilmişdir.
Nəticələr: Proteus vulgaris, Pseudomonas sp. və Acinetobacter sp. 2-furanmetantiyolu 48 saat ərzində demək olar ki, 100% parçalamış, digər ştammlar isə 72 saatda oxşar səmərəlilik göstərmişdir. Bu nəticələr bakterial ştammların məqsədli bioloji deqradasiyada potensialını göstərir.
Nəticə: Tədqiqat göstərir ki, mikroorqanizmlərin aktivliyinin nəzarətli şəraitdə optimallaşdırılması genişmiqyaslı bioremediasiya üçün vacibdir. Əldə olunan nəticələr mikrobioloji icmaların ətraf mühit çirklənməsinin azaldılmasında və hava keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasında rolunu əyani şəkildə nümayiş etdirir.

Açar sözlər: Bioloji deqradasiya, Tiollar, 2-Furanmetantiyol, Qoxu çirklənməsi, HPLC, Ətraf mühitin bərpası.

Микробное разложение летучих серосодержащих соединений: исследование на примере 2-фуранметантиола

Гювен Оздемир[1], Селин Сарычайыр[2], Ханде Унлю[3]
[1]Эгейский университет, факультет биологии, кафедра базовой и промышленной микробиологии, Измир, Турция
Эл. почта: guven.ozdemir@ege.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-7577-4233
[2]Эгейский университет, факультет биологии, кафедра базовой и промышленной микробиологии, Измир, Турция
Эл. почта: selinsaricayir@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5639-100X
[3]Эгейский университет, факультет биологии, кафедра базовой и промышленной микробиологии, Измир, Турция

Эл. почта: handeeeunluuu@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0228-2019
Эл. почта для корреспонденции: guven.ozdemir@ege.edu.tr
Тип статьи: Научная статья

АННОТАЦИЯ

Тиолы (или меркаптаны) — это токсичные и зловонные химические соединения, часто встречающиеся в промышленной и сельскохозяйственной среде. Среди них особую обеспокоенность вызывает 2-фуранметантиол из-за своей высокой токсичности и резкого запаха. В данном исследовании рассматривается разложение 2-фуранметантиола с использованием микробных штаммов, выделенных из природной среды.

Образцы были собраны из фекалий свиней (взрослых и поросят) и активного ила. Было выделено и идентифицировано шесть бактериальных штаммов: Bacillus toyonensis, Shewanella sp., Myroides injenensis, Pseudomonas sp., Acinetobacter sp. и Proteus vulgaris. Эффективность разложения оценивалась методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

P. vulgaris, Pseudomonas sp. и Acinetobacter sp. разложили почти 100% 2-фуранметантиола в течение 48 часов, а остальные штаммы достигли аналогичной эффективности за 72 часа. Эти результаты подчеркивают потенциал указанных бактерий в целенаправленном биоразложении.

Исследование подчеркивает важность оптимизации микробной активности в контролируемых условиях для эффективной биоремедиации в промышленных масштабах. Полученные данные дают представление о роли микробных сообществ в снижении загрязнения окружающей среды и улучшении качества воздуха.

Ключевые слова: Биоразложение, Тиолы, 2-Фуранметантиол, Загрязнение запахами, ВЭЖХ, Очистка окружающей среды.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0868

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЕМЯН СОИ

Н.Б. Кадырова[1], Д.С. Салиханова[2], Д.С. Сагдулаева[3], С.Р. Мирсалимова[1], С.С. Ортикова[1], М.И. Карабаева[1*]

[1] Ферганский политехнический институт, ул. Ферганская, 86, Фергана, 150107 (Узбекистан), e-mail: nodira7819@mail.ru, 0009-0003-8151-5574
[2] Институт общей и неорганической химии АН РУз, ул. М. Улугбека, 77а, Ташкент, 100170 (Узбекистан)
[3] Институт биоорганической химии Академии наук Республики Узбекистан, ул. Мирзо Улугбека, 83, 100125, г. Ташкент, Узбекистан
[1] Доктор технических наук, доцент, http://orcid.org/0000-0003-2866-1401, zaur.agamaliyev.z@asoiu.edu.az

АННОТАЦИЯ

Целью данного исследования является изучение физико-химических свойств сои Нафис, выращенной на посевных полях Ферганской области. В эксперименте экстракт сои подвергался термической обработке с использованием вакуумного кипячения соевого молока, полученного из семян сои. Изучены лабораторные анализы масла, белка и других ценных компонентов полученного соевого экстракта. С целью определения процентного содержания жира полученных образцов очистку метиловых эфиров ЖК (МЭЖК) проводили методом препаративной тонкослойной хроматографии (ПТСХ) на пластинках с силикагелем в системе растворителей гексан: диэтиловый эфир (4:1) в двукратной повторности. Результаты тонкослойных хроматографических исследований показали, что жирность соевого молока составляет 1,87 %: – состоит в основном из насыщенных и ненасыщенных жирных кислот. На основании полученных данных можно предположить, что соевое молоко, полученное из семян сорта «Нафис», по жирнокислотному и аминокислотному составу может заменить аналоги, привезенные в Республику Узбекистан из-за границы.

Ключевые слова: *соя, аминокислоты, белки, соевое молоко, лецитин, минеральные вещества, жирные кислоты*.

Введение

В настоящее время в Республике Узбекистан ведется большая работа по выращиванию и переработке сои. Между рядом научно-исследовательских институтов, занимающихся зерновыми и зернобобовыми культурами мира, были установлены кооперационные отношения, в результате чего в нашу страну было завезено около 40 сортов сои. Эти сорта, созревающие от 60 до 180 дней, высаживаются на земельных участках республики и адаптируются с учетом климатических условий регионов. В рамках пилотного проекта [1] с целью реализации мероприятий по увеличению посевов и производства сои в республике, по заключению ученых и специалистов АО «Узпахтаёг», ООО «АгроМК» из Краснодарского края России завезены в общей сложности 840 тонн 6 различных сортов, а из Сербии 60 тонн 2 различных сортов сои.

В 2022 году в республике были посажены 6 сортов сои компании «СОКО» РФ, в том числе Селекта-302, Селекто-201, сорта Спарта, Аванта, Арлета и Амиго, сорта Фаворит и

Виктория НИИ полеводства и овощеводства Сербии. Из местных сортов на больших площадях Республики Узбекистан испытаны сорта Орзу, Нафис, Барака и Томарис. В 2024 году под сою планируется засеять 26 тысяч 975 га (8 тысяч га основных и 18 тысяч 975 га повторных). Поскольку соевые бобы были засеяны на больших площадях впервые, в 2022 году 5756 хозяйств засеяли 12,3 тыс. га сои, дав урожай 13,658 тонн. Это соответствует в среднем 11 ц/га. В частности, семена сои в качестве основной культуры были посеяны в 2111 хозяйствах на общей площади 6300 га, собрано 10100 тонн (16,0/га). В качестве повторной культуры на площадях 3545 фермерских хозяеств засеяно 5900 га семян сои, собрано 3558 тонн (6 т/га) [2].

В 2024 году на основных сельскохозяйственных площадях планируется посеять 18,5 тыс. га сои и собрать в общей сложности 32,375 тонн. Для этого потребуется 1200 тонн семян сои. Из них у местных производителей 60 тонн семян сои с компанией «СОКО» РФ, всего 1 миллион. 34 000 долларов США (920 долларов США за тонну) - сорта «Селекта-302» и «Селекта-201», а также были привезены 120 тонн из Республики Казахстан, подходящие для наших местных почвенно-климатических условий и 60 тонн сорта «Эврика».

Кроме того, с целью налаживания производства сои в республике закуплено 60 тонн семян сои элитного класса «Селекта-302» на сумму 96 тысяч долларов США (1 тонна – 1600 долларов США).

С целью повышения посевной доли и выращивания семян сои в республике в 2017 году был принят закон Президента Республики Узбекистан №2832 “О мерах по увеличению посева сои и выращиванию её семян”. К дополнению к этому 10 февраля 2018 года было принято постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан за номером № 105 “О мерах по дальнейшему увеличению объёма выращивания сои в республике”. Подтверждением реализации мер, указанных в данных документах является посев 15 видов семенных культур на площади 676 га различных хозяйств.

В дальнейшем палнируется, что под урожай 2025 года в нашей республике будет произведено 1 тысяча 100 тонн высококачественных семян сои, что позволит получить свыше 1 млн. тонн местного урожая покрывающего долю импорта на которую взымается пошлина в долларах США.

С целью увеличения количества урожая семян сои по рекомендации учёных-полевиков из Института микробиологии Казахстана был произведен капсульный посев с исполльзованием 3700 килограммов биопрепарата «Ризовит» [1].

В дальнейшем выращивание различных местных сортов сои на терртории Республики Узбекистан позволит значительно сократить расходы на импорт растительного масла ввозимого из зарубежа.

На сегодняшний день на республиканских маслозаводах соя перерабатывается только на масла и корм для птицы.

Как видно (рис 1) по сравнению с мировыми производителями в нашей республике соя перерабатывается исключительно только на масла и посев.

После высокотехнологичной промышленной переработки соевых бобов можно получать белковые продукты. Решение этих проблем было найдено с целью рационального использования сои, выращенной в местных условиях. [13,14,15,16,17].

Соя принадлежит к семейству бобовых (Leguminosae Juss), Glycine L. относится к категории двух видов: культурная — Glycine hispida Maxim; дикая - Glycine ussuriensis

Rgl.et Maack. [5,16,17,18,25, 26].

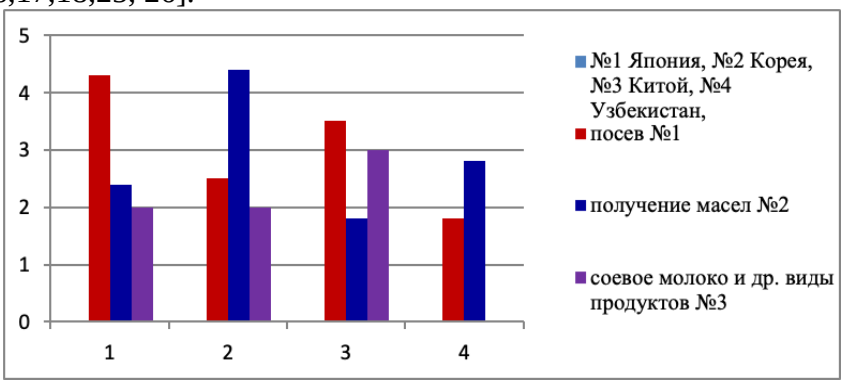


Рисунок 1. Переработка сои на различные виды продуктов.

Соя — травянистое однолетнее растение высотой от 60 до 100 см с прямостоячими и разветвленными стеблями. Корневая система сои представляет собой стебель с множеством длинных боковых корней и корневищ, длиной от одного до двух метров. Листья растения очередные тройчатые, цветки мелкие, преимущественно светло-лиловой, белой окраски. Количество цветков на одном стебле от трех до шести.

Семена сои различают по разным морфологическим признакам по признаку сорта - форме (округлые, овальные, плоские), окраса семян (желтые, светло-желтые), поверхности семян (глянцевые, матовые), форме ребер (овальные, линейные) [3,4,5,19,20,21, 22].

Семена сои характеризуются уникальным химическим составом, что позволяет использовать их в пищевых целях. Химический состав семян сои также меняется в зависимости от сортовых признаков [6,7,8,9,10].

Соевые семена имеют высокое содержание лизина, но низкое содержание метионина. Такие источники белка, как соя образуют полноценный комплементарный белок. Аминокислотный состав соевого белка сравним с составом белков животных, если основываться на требованиях к белку в питании человека [23,24,25,33].

Соевая мука и ее текстурные формы, (изолят и гидролизат соевого белка) могут быть использованы в качестве компонента смешанных рецептур, таких как колбасные изделия, мясные и рыбные полуфабрикаты, кулинарные изделия [7,11,14].

Отсутствие в составе соевых семян таких компонентов, как лактоза и холестерин, делает ее незаменимой сырьевой базой для производства продуктов питания для специализированного и диетического питания, особенно для людей страдающих заболеваниями желудочно-кишечного тракта, заболеваниями сердца, сахарным диабетом, ожирением, детей и людей пожилого возраста, а также для профилактики дефицита белка [5,16,25,26].

Высокое содержанием витаминов группы В, А, Е и В, а также высоким содержанием железа, в легкоусвояемой форме кальция и других физиологически активных ингредиентов делают соевые бобы уникальной основой для производства продуктов питания, употребление которых позволяет восполнить организм человека необходимыми физиологически активными нутриентами [5,16,25, 26,27,28,29].

На основе водорастворимого соевого белка производят : соевое молоко, соевое масло, ферментированные соевые продукты, а также продукты на их основе (мисо, тофу, мороженое, майонез).

Манипулирование жирнокислотным составом соевого масла в процессе выращивания для получения необходимых характеристик масла вошло в повседневную практику [29,30,31,32].

В настоящее время специалистами из Айовы, Пердю и Северной Каролины получены масла, уровень линоленовой кислоты в которых гораздо ниже, чем в распространенном виде Вильямс. Это масло отличается повышенной стабильностью при жарении, в нем не содержится *транс*-кислот, поскольку при получении продукта не используют гидрогенизацию. С помощью генетики созданы и другие масла, характеризующиеся высоким содержанием олеиновой, пальмитиновой и стеариновой кислот, однако они еще не готовы для промышленного внедрения [24,30,31].

Как показывает многолетний мировой опыт по переработке соевой культуры продукты из сои имеют важное значение в рационах и культуре питания народов Азии. Несмотря на значительные изменения и большое разнообразие продуктов употребляемых в разные годы, считается, что уровень потребления белка в рационах питания японцев только за счет базовых соевых продуктов составляет почти 10% [32,33,34]. Учитывая, что рис-основная пища в странах Азии, а он содержит мало белка, незаменимой аминокислоты лизина, а также жира, то соевые и рыбные продукты стали дополнительным источником белка в питании [33,35,36,37].

Среднедушевое производство и потребление соевых семян в некоторых азиатских странах постоянно возрастает [34,38,39,40]. Наблюдаемое в последние годы увеличение использования соевых семян в Индонезии, Малайзии, на Филиппинах, в Таиланде, Японии и Корее вызвано ростом потребления некоторых видов соевых продуктов (соевое молоко и тофу) [41,42,43,44,45].

Господствующее положение сои обусловливает целый ряд факторов, в том числе благоприятные агрономические показатели, неплохая прибыль, приходящаяся на долю производителя и переработчика, высокое качество используемого на кормовые цели белкового шрота, отличное качество пищевых соевых жировых продуктов, а также гарантированные запасы имеющейся изобилии сои, предлагаемой по конкурентным ценам. При этом особое значение приобретает ценовой фактор, в связи с тем, что много областей применения белка и масла связано с «товарами широкого потребления» что диктует необходимость их соответствия различным направлениям использования. Удачная комбинация аминокислот и жирных кислот в сое позволяет широко использовать полученный из нее белок и масло. Существуют некоторые «сконструированные» виды сои специального назначения, но большая часть выращенной сои поступает на общий рынок масличных семян, где движущими факторами являются предложение и цена.

На основании вышеуказанного, все приведенные факты позволили сформировать цель нашего научного исследования, результаты которого будут в дальнейшем способствовать импортозамещению соевых продуктов завозимых в Республику Узбекистан из зарубежа, а также расширить ассортимент уже имеющихся.

Методы исследования.

Реагенты и оборудование

Взяты семена сои сорта «Нафис», выращенные на полях Ферганской области Республики Узбекистан.

Для экспериментов использовались химикаты аналитического класса, приобретенные

у компаний Фортек, LanYuXuan и Merck (Индия).

Используемое оборудование включает: электронные весы (цифровые аналитические весы ZEC21), УФ-спектрофотометр (UV -5100), pH-метр (pH-метр FiveEasy F20), вискозиметр (Ametek Brookfield), текстурометр (Brookfield), Лактоскан SP (Wide LC дисплей-4 строки x 16 знаков), газожидкостной хроматограф (*Agilent Technologies* 6890 N), центрифугу (REMI R-8C Digital Centrifuge Machine), мешалка (MC-7-X-550-PRO), цифровой весовой прибор (Omron Electronic Thermometer MC 246).

Приготовление соевого молока

1 кг очищенных от минеральных и органических примесей соевых бобов замачивают в 3 литрах питьевой воды на срок до 12 часов (соотношение семян сои и воды 1:3). Период набухания соевых семян замоченных в воде составляет как минимум 6 часов, а хранение в прохладном месте максимум 12 часов. Смоченные водой соевые бобы тщательно промывают и очищают от шелухи. Увлажненные, промытые, отделенные от стручков соевые бобы смешиваютв с 0,5 л за ранее прокипяченной и остуженной водой после чего измельчают в измельчителе (блендере). Затем к измельченной массе добавляют еще 0,5 л прокипяченной воды.

Готовую массу профильтровали через чистую хлопчатобумажную ткань; Для сжатия фильтра использовались чистые резиновые перчатки. Полученный фильтрат представляет собой соевое молоко. Молоко помещают в герметичную упаковку, запечатывают и вакуумируют. Соевое молоко, вакуумированное в пакете, помещают при комнатной температуре в водяную баню и подвергают нагреванию. По достижению температуры 90^0C температура молока в герметичнозакрытой упаковке составляет 88^0C. Продолжительность процесса составляла 30 минут. После чего, процесс нагрева прекращали, а молоко, упакованное в пакеты, извлекали из воды. Для каждого лабораторного эксперимента приготавливалось свежее соевое молоко.

Основные методы исследования, использованные при проведении лабораторных экспериментов представлены в таблице 1. Они являются общепринятыми и специальными методами анализа продукта

Таблица 1. Методы исследования

Определяемый показатель	Метод исследования
Органолептические свойства соевых продуктов	По унифицированной 5-бальной шкале методом парного сравнения [46]
Растворимый белок	По методу Къельдаля
Аминокислотный состав соевых продуктов	По модифицированной методике с помощью ВЖК «Милихром АО2» [47]
Активность уреазы соевых продуктов	ГОСТ ISO 5506-2013 [48]
Определение массовой доли сухих веществ	ГОСТ 24908, ГОСТ 8756.2, ГОСТ 51433-99 [49-50]
Определение титруемой кислотности	ГОСТ Р 51434-99[51]
Определение массовой доли золы (общее содержание минеральных веществ)	ГОСТ 25555.4-91 [52]
Определение массовой доли сырой клетчатки	ГОСТ 32749-2014 [53]
Определение токсичных элементов (перечень согласно ТР ТС 021/2011)	ГОСТ 26931 [54] ГОСТ 26933 [55] ГОСТ 26932 [56] ГОСТ 10444.15 [57]

Аналитическое определение содержания аминокислот и олигосахаридов методом капиллярного электрофореза. Данный метод заключается в разложении пробы анализируемого вещества кислотным гидролизом с переводом аминокислот в свободные формы, получением фенилтиокарбамил (ФТК-производных аминокислот), их разделением и количественном определении методом капиллярного электрофореза.

Система капиллярного электрофореза «Капель» (номер Госреестра средств измерений 17727-01) оснащена кварцевым капилляром эффективной длиной 0,5 м, внутренним диаметром 0,075 нм, спектрофотометрическим детектором, работающим на длине волны 254 нм и электронновычислительной машиной (компьютером) с программным обеспечением для обработки электрофореграмм [58,59].

Электролит готовят из растворов гидро- и дигидрофосфата натрия. Раствор гидрофосфата натрия, 0,2 М: в мерной колбе вместимостью 100 $см^3$ растворяют 7, 164 г двенадцативодного гидрофосфата натрия в количестве от 50 $см^3$ до 60 $см^3$ воды. Затем доводят до метки водой и перемешивают. Срок хранения – два месяца [58].

Раствор дигидрофосфата натрия, 0,2 М: навеску 2,76 г моногидрата однозамещенного фосфата натрия помещают в колбу на 100 $см^3$, растворяют в 70 $см^3$ воды, затем доводят до метки водой. Срок хранения составляет два месяца [58].

Приготовление ведущего электролита следующее: в колбу, вместимостью 25 $см^3$, вносят 0,1135 г β-циклодекстрина, добавляют 3 $см^3$ 0,2 м/$дм^3$ дигидрофосфата натрия, перемешивают, добавляют около 12 $см^3$ воды и растворяют β-циклодекстрин. После полного растворения β- циклодекстрина доводят до метки водой. Концентрация ведущего электролита 30 мМ, β-циклодекстрина – 4 мМ, значение pH – от 7,7 до 7,8. Срок хранения в полиэтиленовой посуде и при температуре +4 °С не более двух недель [58].

Приготовление реакционных растворов будет состоять из приготовления раствора карбоната натрия и реактива для дериватизации аминокислот.

Раствор карбоната натрия, 0,1 М: в колбу вместимостью 25 $см^3$ вносят 0,715 г десятиводного карбоната натрия, добавляют 15 $см^3$ дистиллированной воды и растворяют. Затем доводят до метки водой и перемешивают. Срок хранения раствора в полиэтиленовой посуде не ограничен [58].

Раствор N-фенилизотиоцианата в изопропиловом спирте: в стеклянную емкость вносят 0,2 $см^3$ фенилизотиоцианата и 12 $см^3$ изопропилового спирта, после чего тщательно перемешивают. Срок хранения в холодильнике не ограничен [58].

Прибор приготавливают к работе в соответствии с инструкцией по эксплуатации и устанавливают следующие рабочие параметры:

– длина волны спектрофотометрического или фотометрического детектора – 254 нм [58];
– положительное напряжение 10 кВ;
– дозирование пробы – пневматическое при 30 мБар в течении 5 с при напряжении 0 кВ;
– время анализа 40 мин;
– рекомендуется термостатирование капилляра при температуре 20 °С [58].

Исходную градуировочную смесь аминокислот массовой концентрации по 1 г/$дм^3$ готовят следующим образом: в мерную колбу вместимостью 100 $см^3$ помещают по 0,100 г аминокислот, доводят до метки дистиллированной водой и перемешивают. Срок хранения раствора при +6 °С составляет семь суток [58, 59].

Рабочие градуировочные смеси концентрацией 0,001, 0,005, 0,010, 0,025 и 0,050 г/$дм^3$ готовят путем последовательных разбавлений исходной градуировочной смеси.

Подготовка градуировочных смесей для анализа: градуировочную смесь [59] отбирают мерной пипеткой 0,05 $см^3$ пробирку Эппендорфа. Затем добавляют 0,1 $см^3$ 10%-го водного раствора карбоната натрия, и 0,3 см3 раствора фенилизотиацината в изопропиловом спирте [58].

Полученную смесь перемешивают и выдерживают 30-35 минут при температуре в пределах от 20 до 23^0C. Далее содержимое подвергают сушке теплым воздухом и добавляют дистиллированную воду в объеме 0,5 $см^3$, перешивают и подвергают центрифугированию при следующих параметрах – 6000 $об^{-1}$, 5 минут. После центрифугирования переносят в прибор и дозируют в капилляр (при расчетах учитывают 10-кратное концентрирование исследуемой пробы). Жидкие пробы биологических объектов (соки, экстракты плодов) для дериватизации берут в количестве 0,05 $см^3$ [58].

Анализируемую пробу дозируют в приборе не менее двух раз и регистрируют электрофореграммы для каждого ввода. Условия регистрации электрофореграмм проб должны соответствовать условия регистрации электрофореграмм градуировочных растворов [58].

Используя электрофореграмму, зарегистрированную в приведенных выше условиях анализа, при помощи программного обеспечения к прибору рассчитывают массовую концентрацию соответствующих аминокислот по установленным градуировочным характеристикам [58].

Определение микро- и макроэлементов (Fe, Ca, Na, P, K, Mg). Калий, натрий, магний, кальций, определяли в лабораторных образцах на атомноабсорбционном спектрофотометре АСС 1N в пламени воздух – ацетилен [60]. Фосфор определяли методом с использованием молибденового реактива [60]. Для определения железа использовали прибор АСС – 3 с электрической атомизацией, с температурной программой: 102 °С – сушка в течение 20 секунд, затем озоление при 1000 °С, следующим этапом является атомизация при 2000 °С. Подготавливали стандартный раствор с концентрацией 0,146 и 0,216 $мкг/см^3$, строили калибровочную кривую по высоте пика от 0,377 А до 0,577 А с погрешностью 0,008. Анализируемые образцы разбавляли в 100 раз и снимали аналитический сигнал. При подготовке проб для определения всех макроэлементов использовали мокрое озоление [60].

Определение устойчивости напитков к расслаиванию. Определение проводили по двум методам:

- на основании показателя дисперсности исследуемой среды, который определяли путем фотографирования под микроскопом при определенном увеличении (метод микрофотографирования), с последующим подсчетом на фотографии, образовавшихся мисцелл в 1 $см^2$;
- визуально, путем отсчета высоты просветленной части исследуемого образца по отношению к его общей высоте в мерной цилиндре, образовавшейся в процессе выдерживания образца в начале и в конце срока хранения [60,61].

Анализ жирнокислотного состава соевого молока

Выделение из образца суммы жирных кислот и подготовка их к газохроматографическому анализу. Для определения состава жирных кислот хорошо перемешанный образец поместили в круглодонную колбу вместимостью 50 мл, добавили 20 мл 2Н метанольного раствора КОН после чего колбу поместили в водяную баню. Омыление липидов вели при кипячении в течение 1 часа.

К водному раствору мыла добавили 50% водный раствор H_2SO_4 для разложения

мыла и высвобождения жирных кислот (ЖК). Серную кислоту добавляли до появления розовой окраски раствора по метилоранжу. Из полученного кислого раствора ЖК трижды экстрагировали диэтиловым эфиром по 20-30 мл. Объединенные эфирные вытяжки промывали дистиллированной водой до нейтральной среды по метилоранжу, сушили над безводным сульфатом натрия, затем эфир отгоняли на роторном испарителе в вакууме водоструйного насоса. Жирные кислоты переводили в метиловые эфиры путем обработки свежеприготовленным диазометаном.

Очистку полученных метиловых эфиров ЖК (МЭЖК) проводили методом препаративной тонкослойной хроматографии (ПТСХ) на пластинках с силикагелем в системе растворителей гексан: диэтиловый эфир (4:1) в двукратной повторности. Зону МЭЖК на сорбенте проявили в парах J_2, счищали с пластинки и десорбировали с силикагеля многократным элюированием хлороформом. Хлороформные элюаты объединяли, и хлороформ упаривали на роторном испарителе. Полученные МЭЖК растворяли в гексане и анализировали на газожидкостном хроматографе.

Для анализа использовали газожидкостной хроматограф марки *Agilent Technologies* 6890 N с пламенно-ионизационным детектором, капиллярной колонкой длиной 30м с внутренним диаметром 0.32мм с нанесенной фазой HP-5, при температуре от 150 до 270 ^{0}C. Газ-носитель – гелий.

Результаты анализа.

Минеральный состав соевых белковых продуктов приведен в таблице 2

Таблица 2. Минеральный состав соевых белковых продуктов

Элемент	Концентрат соевого белка	Изолят соевого белка
Мышьяк, мг/кг	—	<0,2
Кадмий, мг/кг	—	<0,2
Кальций,%	0,22	0,1В
Хлор, %	0,11	0,15
Хром, мг/кг	<1,5	<2
Кобальт, мг/кг	—	<5
Медь, мг/кг	16	14
Фтор, мг/кг	-	<10
Иод, мг/кг	0,17	<2
Железо, мг/кг	100	160
Свиней, мг/кг	—	<0,2
Магний	0,25%	415 мг/кг
Марганец, мг/кг	30	11
Ртуть, мг/кг	—	<0,5
Молибден, мг/кг	4,5	<0,3
Фосфор, %	0,70	0,82
Калий,%	2,1%	960 мг/кг
Селен, мг/кг	—	0,2
Натрий	50 мг/кг	1,0%
Сера, %	0,42	0,63
Цинк, мг/кг	46	36

Основными неорганическими веществами в соевых бобах являются минеральные вещества, в зависимости от их концентрации. В результате анализа минерального состава семян сои установлена его однородность.

Количество минеральных веществ в золе изменялось в следующих пределах (табл. 3).

Таблица 3. Содержание минеральных веществ в золе

Название индикатора	**Значение индикатора,** (%)
Калий	1,8-1,96
Натрий	0,7-0,61
Фосфор	0,373-0,734
Магний	0,102-0,208
Кальций	0,037-0,065
Железо	0,0056-0,0166

Информация о химическом составе и пищевой ценности концентрата соевого шрота представлена в таблице 4.

Таблица 4. Аминокислотный состав экстракта соевого шрота

Аминокислота	Мука
	Водной промывкой (%)
Аланин	4,5
Аргинин	7,7
Аспаргиновая кислота	12,1
Цистин	1,4
Глутаминовая кислота	18,9
Глицин	4,4
Гистидин	2,7
Изолейцин	4,8
Лейцин	8,1
Лизин	6,7
Метионин	1,4
Фенилаланин	5,1
Пролин	5,6
Серин	5,3
Треонин	4,1
Триптофан	1,4
Тирозин	3,9
Валин	5,6

В соевых белках присутствуют вещества белковой природы, известные как ингибиторы трипсина, сдерживающие расщепление белков, и гемагглютинины (лецитины). Эти вещества должны быть термоинактивированы, поскольку отрицательно влияют на питательную ценность соевых белков.

Состав и содержание МЭ жирных образцов соевого молока при жирности 1,87%

представлены в таблице 5.

Таблица 5. Состав и содержание образцов жирных кислот соевого молока (в виде метиловых эфиров)

Жирная кислота	**Содержание, % от массы кислот**
Миристиновая , 14:0	0,10
Пентадекановая, 15:0	0,09
Пальмитиновая, 16:0	12,42
Пальмитолеиновая, 16:1	0,12
Маргариновая, 17:0	0,10
Стеариновая, 18:0	3,85
Олеиновая, 18:1 ω9 Линоленовая, 18:3 ω3*****	**31,06**
Линолевая, 18:2 ω6	**51,40**
Арахиновая, 20:0	0,27
Эйкозеновая, 20:1 ω9	0,27
Бегеновая, 22:0	0,22
Лигноцериновая, 24:0	0,10
∑насыщенных ЖК	17,15
∑ненасыщенных ЖК	82,85

*****Эта пара жирных кислот в использованных условиях ГХ не разделяется и выходит одним пиком.

Как видно из результатов исследований количество ненасыщенных жирных кислот (Олеиновая, 18:1 ω9 и Линоленовая, 18:3 ω3*, Линолевая, 18:2 ω6) по отношению к массе составляет соответственно 31,6 % (в сумме Олеиновая, 18:1 ω9 и Линоленовая, 18:3 ω3*) и 51,40 % (Линолевая, 18:2 ω6). Данные виды ненасыщенных жирных кислот являются легкоусвояемыми для организма, а также способствуют снижению количества холестерина.

Дальнейшей задачей исследования являлось определение органолептического показателя экстракта соевого белка. Согласно стандартной методике [62] температура анализируемых продуктов должна соответствовать от 15 до 20 °С. В нашем случае, испытания проводились в помещении, где были созданы нормальные климатические условия: $t=(20)^0$C, φ-(48)%. Результаты исследований по определению органолептических показателей экстракта соевого белка приведены в табл. 6.

Таблица 6. Органолептические показатели экстракта соевого белка

№	Наименование показателя	На основании нормативных требований	Метод испытания в соответствии с нормативным документом	Результаты
1.	Внешний вид	Однородная Жидкость	ГОСТ 29245[62]	Однородная Жидкость
2.	Вкус и запах	Слабо выраженный привкус и запах сои	ГОСТ 29245[62]	Слабо выраженный привкус и запах сои
3.	Цвет	От белого до кремового	ГОСТ 29245[62]	Молочный цвет

Наличие слабовыраженного привкуса и запах сои в испытуемых образцах, обусловлено тем, что органолептические показатели (вкус и запах, консистенция, цвет) определяют в неразведенном продукте или в восстановленном виде (после разведения водой) в зависимости от определяемого показателя и от способа употребления в пищу данного продукта, что не обеспечивает полное удаление соевого привкуса и запаха.

Заключительным этапом данного исследования явилось определение некоторых физико-химических показателей экстракта соевого белка (табл.7).

Таблице 7. Физико-химические показатели экстракта соевого белка

№	Наименование показателя	На основании нормативных требований	Метод испытания в соответствии с нормативным документом	Результаты
1.	Массовая доля влаги, %, не более	95	Согласно ГОСТ 3626-73, [63], ГОСТ 29246 [64]	93,83
2.	Массовая доля белка,%, не менее	2,5	Согласно ГОСТ 23327 [65]	4,3
3.	Массовая доля жира, %, не менее	0,5	Согласно ГОСТ 29247 [66]	1,87
4.	Кислотность, °Т, не более	10	Согласно ГОСТ 3624 [67]	7,5
5.	Металлические примеси (частицы не более 0,3 мм в наибольшем ли¬нейном измерении)	Не допускаются	Согласно ГОСТ 20239 [68]	Не определено

Как видно из таблицы, содержание белка в испытуемых образцах составляет не менее 4,3 %, что в 1,88 раза превышает установленную норму на белок молока животного происхождения [62].

Вывод. Краткое содержание. По результатам исследования можно сделать вывод, что сорт сои Нафис, выращиваемый в Ферганской области Республики Узбекистан, по своим органолептическим и физико-химическим показателям полностью соответствует установленным стандартам на белковые продукты, полученные из растений. Соевое молоко содержит в своем составе незаменимые моно- и полиненасыщенные жирные кислоты. Белки легко усваиваются организмом, активизируют обмен веществ. Исследованный аминокислотный состав образца концентрата соевой муки полностью соответствует требованиям международных стандартов. Уникальным фактом является то, что по разработанной технологии количество минеральных веществ в образцах соевого молока сохраняется на максимальном уровне.

Литература

1. Исраилов А.С. Вопросы государственной поддержки нефтепромышленного комплекса «Узпахтаёг» АО E-mail:soya2018@inbox.uz4-5 p.
2. Тихомирова Н.А. //Формирование и оценка потребительских свойств безлактозных напитков функционального назначения на основе продуктов переработки соевых семян и плодов унаби// Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Краснодар – 2020. -7 с.
3. Белковое соевое питание в лечении и профилактике болезней цивилизации. Барановский А.Ю.[Электронный ресурс].- URL: http://www.farosplus.ru/index.htm?/pitanie_bad/gazeta_3_3/belkovoe_pitanie?/ (дата обращения 23.03.20120).
4. Зеленцов С.В. Современное состояние систематики культурной сои Glycine max (L.) Merrill./

С.В.Зеленцов, А.В.Кочегура /Масличные культуры. Науч.-техн. бюллетень ВНИИМК. – вып.1 (134). Краснодар. –2006. – С.34–48.
5. Теплякова Т.Е. Соя //В сб. Теоретические основы селекции. Том Генофонд и селекция зерновых бобовых культур (люпин, вика, соя, фасоль)/Под ред.: Б.С. Курловича, С.И. Репьева.– С-Пб., ВИР, 1995. – С. 196-217.
6. Енкен В.Б. Соя /Енкен В.Б.- М.Гос. и зд-во с.-х.лит-ры, 1995. –653 с.
7. Петибская В.С. Соя: качество, использование, производство/ В.С. Петибская, В.Ф. Баранов, А.В. Кочегура, С.В. Зеленцов –М.:Аграрная наука, 2001. – 64 с.
8. Тутельян В.А. Трансгенные растения как продовольственное сырье: медико-биологическая оценка // Трансгенные растения – новое направление в биологической защите растений. Мает.междунар.науч.-практ.конф. (ВНИИБЗР, Краснодар, 19-22 июня 2020 г.).-Краснодар, 2003. – С.105– 109.
9. Щербаков В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья. – 4-е изд., перераб. и доп.-М.: Агропромиздат, – 1991. – 304с.
10. Тюрина Л.Е. Использование и переработка сои: учеб.пособие /Л.Е. Тюрина, НА. Табаков – Краснодяр.гос.агарар.ун-т. – Красноярск, 2008.– 90 с.
11. Храмцов А.Г. Современное использование соевых компонентов/ А.Г. Храмцов, И.А. Ковдакимов,С.А. Рябцева, А.В. Половянова, Е.Ю. Огуненко// Всероссийский научно-исследовательский институт сои, Дальневосточный государственный аграрный университет. [Электронный ресурс].- URL:
12. http://www..science.ncstu.ru/articles/food/6/42.pdf/file_download/ (дата Никитин А. И., Фитоэстрогены (лекция), Балтийский институт репродуктологии человека, Санкт-Петербург.
13. Адитья Пратап, С.К. Гупта. Джитендра Кумар, Рамеш Соланки. Соя. Индия. Январь 2012.
14. ФАО, 1971. Технология продуктов из сои. Продовольственная и сельскохозяйственная организация, Рим, Италия.
15. Зилова И.С., Мамаду К.Б. Биологическая ценность различных типов пищевых белков из сои//Вопр. Питания. – 1984. – №12– с.43–46.
16. Использование инфузории Тетрахимены пириформис как тестобъекта при биологических исследованиях в сельском хозяйстве: Обзор.-М.:ВНИИТЭИСХ,1978.-52с.
17. Левицкий А.П., Вовчук С.В. Биохимический метод определения перевариваемости растительных белков//Сб.науч.трудов ВСГИ.-1979.-Вып.15.-с.54-58
18. Химический состав пищевых продуктов: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- имикронутриентов, органических кислот и углеводов / Под ред. М.Ф. Нестерина, И.М. Скурихина. – М.: Пищевая пром-ть, 1979. – 248 с.
19. Л. Э. Тюрина, Н. А. Табаков; Краснояр. аграр давлат ун-Т.-Красноярск, 2008. - 90 п.
20. Liener I. Possible adverse effects of soybean anticarcinogens. // J.
Nutr., 1995, Vol. 125, № 3, Suppl. 1, P. 446-7505.
21. Пат. 2387134 Российская Федерация, МПК A21D2/36, A21D2/26.
Способ приготовления хлеба «Осенний поцелуй»/ Пащенко Л.П. Сергиенко И.В., Ильина Т.Ф., Пащенко В.Л., Трафимова Е.Н.; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования Воронежская государственная
Технологическая академия (ГОУ ВПО ВГТА). – №2008147474/13; заявл.
01.12.2008; опубл.27.04.2010, Бюл.№12.
22. Pryde, E.H., in Handbook of Soy OU Processing and Utilization, edited by D. Erickson, E. Pryde, O.L. Brekke, T. Mounts, and R.A. Falb, American Oil Chemists' Society, Champaign, IL, 1980, pp. 13-29.
23. Smith, A.K., and S.J. Circle, Soybeans: Chemistry an AVI Publishing Co., Westport, CT, 1972.
24. 1994 Soya Bluebook, Soyatech Inc., Bar Harbor, Me.
25. Komgay, E.T., Feeds tuffs 50: 24 (1978).

26. Conner, R.T. and S.F. Herb, J. Amer. Oil Chem. Soc.
27. Evan,C.D., D.G. MeConnel, C.R. Schofield, and H.J. Du,ton, J. Amer. Oil. Chem. Soc.43: 345 (1966).
28. Fehr, W.R., G.A. Welke, E.G.Hammond, D.N. Duvick, and S.R.Cianzio, Crop Sci 32:903(1992).
29. List, G.R., E. Emken, W.F. Kwoek, T.D. Simpson, and H.J. Dutton, J. Amer. Oil. Chem. Soc. 54: 408 (1977).
30. Wilson, R.F., in Soybeans, Improvement, Production and Uses, Agronomy Monograph, no. 16, 1987.
31. Weihrauch, J.L., and J.M. Gardner, J. Amer. Diet Assoc. 73: 39 (1978)
32. Snyder, H.E., and T.W. Kwon, Soybean Utilization, New York: AVI Books, Van Nostrand Reinhold Co., 1987, pp. 218-241.
33. Wantabe, T., and Kishi, The Book of Soybeans, Japin Publications, Inc., New York,1984.
34. Wilson, L.A., Murphy, and P. Gallagher, Japanese Soyfoods: Markets and Processes, MATRIC, Iowa State University, Ames, 1992. (CCUR, Iowa State University, CP 1,1991).
35. Fatemi, S.H., and E. Hammond. Lipids 12: 1032 (1977).
36. Kellor, R.L., J. Amer. Oil Chem. Soc. 51:11A (1974).
37. Au-Kumar-Om, L.B. Sasikia, and S.B. Kannur, J. Food Sci. Technol., Mysore 29: 111-112(1992).
38. Mustakis, C., L.D. Kirk, and E.L Griffin, J. Amer. Oil Chem. Soc. 39: 222 (1962).
39. Alien, R.D., Feedstuffs 56 (30): 25-30 (1988).
40. Soybean Processing for Food Uses, edited by K. Tantccratarm, University of Illinois, Urbana, IL, 1993.
41. Liener, I.E., J. Amer. Oil Chem. Soc. 58: 406 (1981).
42. Niam, M.B., Gestetner, S. Zikah, Y. Birk, and A. Bondi, J. Agr. Food Chem 22* 806(1974).
43. Knuckles, B.E., D. de Fremery, and G.O. Kohler, J. Agr. Food Chem. 24: 1177 (1976).
44. O'Dell, B.L., in Soy Protein on Human Nutrition, edited bv H.L Wilcle ПТ Hopkins, and D.H. Waggle, Academic Press, New York, 1979, p 187
45. Perkins, E.G., and C.S. Smick, J. Amer. Oil Chem. Soc. 64:1150 (1987)
46. Т.Г. Родина, Г.А. Вукс./Дегустационный анализ продуктов.-М.: Колос, 1994.-192 с.
47. А.И. Ермаков. Методы биохимического исследования растений/А.И Ермаков, В.В. Арасимович, Н.П. Ярош и др.; Под ред. А.И. Ермакова.-3-е изд., перераб и доп.-Л.: Агропромиздат. Ленинградской отделение, 1987.- 430с.
48. ГОСТ iso 5506-2013 Бобовые. Продукты из соевых бобов. Определение активности уреазы.
49. ГОСТ 24908-81 Рефрактометры лабораторные. Типы, основные параметры и технические требования
50. ГОСТ 8756.22-80 Продукты переработки плодов и овощей.
Метод определения каротина (с Изменениями N 1, 2)
51. ГОСТР Р 51434-99 Соки фруктовые и овощные. Метод определения титруемой кислотности
52. ГОСТ 25555.4-91 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения золы и щелочности общей и водорастворимой золы.
53. ГОСТ 32749-2014 Семена масличные, жмыхи и шроты.
Определение влаги, жира, протеина и клетчатки методом спектроскопии в ближней инфракрасной области (переиздание)
54. ГОСТ 26931-86 Сырье и продукты пищевые. Методы
определения меди (с Изменением N 1)
55. Действующий ГОСТ 26933-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения кадмия (с Изменением N 1)
56. ГОСТ 26932-86 Сырье и продукты пищевые. Методы
определения свинца (с Изменением N 1)
57. ГОСТ 33768-2015 Метод определения кинематической вязкости и расчет динамической вязкости прозрачных и непрозрачных жидкостей (с Поправкой)

58. Булышева Л.Л. Определение олигосахаридов в соевых продуктах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.Белышева Л.Л., Еркович Т.В., Башун Т.В./ Журнал «Здоровье и окружающая среда».- Из-во Республиканское унитарное предприятие "Научно- рактический центр гигиены" (Минск).- №23.-2013.-С.259-261 вязкости прозрачных и непрозрачных жидкостей (с Поправкой)
59. Хилько В.И. ВКР Разработка рецептур и технологий
безлактозных десертов на основе соевого молока. КубГТУ.-Краснодар, -2017.-с.118.
60. Барашкина Е.В. Разработка технологии желейных десертов функционального назначения. спец.05.18.01. Автореф. диссрет. на соиск. уч. ст. канд. техн.н.- Краснодар - 2003.
61. Якуба Ю.Ф. Методические подходы к определению разлиных форм азота в растительном сырье. Сула Р.А., Ушакова Я,В., Филимонов М.В./Плодоводство и виноградарство Юга России.- №24(6).-2013 г.-с.38-50.
62. ГОСТ 29245 Консервы молочные. Методы определения физических и органолептических показателей
63. ГОСТ 3626-73 Методы определения влаги и сухого вещества
64. ГОСТ 3626-73 Методы определения влаги и сухого вещества
65. ГОСТ 23327 Массовую долю белка
66. ГОСТ 29247-91 Консервы молочные. Методы определения жира
67. ГОСТ 3624-92 Титриметрические методы определения кислотности
68. ГОСТ 20239 Метод определения металломагнитной примеси

STUDY OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF SOYBEAN SEEDS

N.B. Kadyrova[1]*, D.S. Salikhanova[2],, D. S. Sagdullaeva[3], S.R. Mirsalimova[1], S.S. Ortikova[1], M.I. Karabaeva[1]

[1] Fergana Polytechnic Institute, st. Fergana, 86, Fergana, 150107 (Uzbekistan), e-mail: nodira7819@mail.ru, 0009-0003-8151-5574

[2] Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, st. M. Ulugbek, 77a, Tashkent, 100170 (Uzbekistan), https://orcid.org/0000-0002-5911-7540

[3] *Institute of Bioorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, 83, Mirzo Ulugbek str., 100125, Tashkent, Uzbekistan*

ABSTRACT

The purpose of this study is to study the physico-chemical properties of Nafis soybeans grown in the crop fields of the Ferghana region. In the experiment, soy extract was subjected to heat treatment using vacuum boiling of soy milk obtained from soybean seeds. Laboratory analyses of oil, protein and other valuable components of the obtained soy extract have been studied. In order to determine the percentage of fat content of the obtained samples, the purification of methyl esters of LC (MEFA) was carried out by the method of preparative thin-layer chromatography (PTCC) on silica gel plates in a solvent system hexane: diethyl ether (4:1) in a double repeat. The results of thin–layer chromatographic studies have shown that the fat content of soy milk is 1.87%: - consists mainly of saturated and unsaturated fatty acids. Based on the data obtained, it can be assumed that soy milk obtained from seeds of the Nafis variety, in terms of fatty acid and amino acid composition, can replace analogues brought to the Republic of Uzbekistan from abroad.

Keywords: soy, amino acids, proteins, soy milk, lecithin, minerals, fatty acids.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0882

PLANT GROWTH COMPOUNDS, ENVIRONMENT AND FOOD SECU RITY RELATIONSHIPS

Vagif Abbasov[1], Jalal Mammadov [2], Farhad Nabiyev[3], Narmina Abdullayeva[4], Gunay Aliyeva[5], Fatmakhanim Ganbarova[6], Zenfira Shahtakhtinskaya[7]

Institute of Petrochemical Processes named after Acad. Y.H. Mammadaliyev, Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan

[1] http://orcid.org/0009-0003-9270-66-24
[2] http://orcid.org/0009-0007-0445-6741
[3] https://orcid.org/0009-0004-5813-4172
[4] http://orcid.org/0009-0005-4812-404X
[5] http://orcid.org/0009-0001-1355-9810
[6] http://orcid.org/0009-0006-0940-7554
[7] http://orcid.org/0009-0002-0642-2020

ABSTRACT

The article shows the importance of the human factor for the existence of the state, the importance of creating food and nutrition abundance as part of the steps taken to improve the demographic situation, and the importance of adopting laws to ensure food and nutrition security, which encourage the increase in agricultural products, which are the main source of food products in our Republic, and the acquisition of ecologically clean food products, for the well-being and health of the population. It also discusses the fact that climate changes caused by the disruption of the ecological balance harm the development of agriculture and hinder the processes of ensuring food security, and the work done by our state to restore the ecological balance and prevent further pollution of the environment, increase the area of land suitable for cultivation, and implement the effective application of agrochemicals in order to get out of the situation. The article provides information on the fact that the shortage of phytohormones, which are processed by plants and regulate their development processes, as a result of the negative impact of climate change, slows down the development of green, wild and agricultural plants, this process leads to a decrease in productivity, especially in agriculture, and the potential possibilities of using plant growth factors as a way out of the situation can yield positive results. The article also comments on the impact of the environment and the connection between the use of plant growth factors in agriculture and food security. Growth factors, by having some of the properties of phytohormones, contribute to the normal development of plants and increase their resistance to environmental influences. It is noted that studies show that it is promising to obtain plant growth factors based on natural and synthetic petroleum acids and carbonic acids. Taking this into account, many water-soluble salts of the intended acids have been synthesized. It is reported that as a result of numerous tests of these salts on plants, it was determined that many of them have a strong stimulating ability and these substances are recommended for application in agriculture and greening. It is emphasized that it is important to expand and continue research to obtain new plant growth compounds, taking into account the negative effects of climate change on plant development.

Keywords: *Ecology, food additives, food safety, agriculture.*

INTRODUCTION

The most important factor in the existence of states is the human factor. The quantitative indicators of the population are one of the main elements of national power. Therefore, improving the demographic situation of the population always remains relevant. With the growth of the population, meeting their living needs naturally emerges as the main task of the state. Among the multifaceted steps taken to ensure people's lives, the issues of creating food and nutrition abundance are of great importance as important elements. These areas also belong to the components of the state's food security issues. It was our national leader Heydar Aliyev, taking into account the importance of the issue, on March 2, 2001, with the aim of deepening economic reforms and increasing the production of agricultural products, a vital decision was made to adopt the "Food Security Program of the Republic of Azerbaijan". One of the main provisions of this program was aimed at increasing the production of local agricultural products [1].

The main part of the products obtained from agricultural areas is aimed at satisfying people's needs for food and food products. Therefore, increasing the productivity of both field and melon crops should be in the spotlight.

The health of the produced food products is one of the important conditions. This ensures the formation of human resources, which are a leading factor in the development of the state by preventing the population from contracting various diseases [2].

Our state attaches special importance to the cleanliness of food products. The Food Safety Agency of the Republic of Azerbaijan was established by the Decree of the President of the Republic of Azerbaijan, Mr. Ilham Aliyev, dated February 10, 2017. In order to work efficiently, a network of laboratories equipped with the most modern equipment and allowing for complex analyzes has been formed in Baku and the regions. The goal of the agency is to provide the population with healthy and safe food, thereby significantly reducing foodborne diseases, as well as increasing the productivity and competitiveness of agricultural and food products [3].

There is an organic connection between the development of agriculture, food security and healthy food, and negative environmental manifestations cause serious damage to these areas.

Against the background of the growing development of production, waste discharged into the atmosphere and the environment has seriously disrupted the ecological balance and led to sharp climate changes. This, in turn, as in other areas, creates many problems in the agricultural sector, leading to a decrease in productivity and, as a result, difficulties in food and nutrition security.

Our state is taking serious measures to stabilize the ecological situation and prevent further pollution of the environment. It promotes and plays a major role in the implementation of innovative methods for minimizing waste discharged into the atmosphere, completely neutralizing waste generated during industrial production, preventing pollution of water sources, creating environmentally safe energy sources, protecting soil fertility in the agricultural sector, and increasing plant productivity, increasing their resistance to climatic conditions.

In our republic, in general, preference is given to the application of progressive methods that do not harm the environment in production processes. Despite the richness of our country in hydrocarbon resources, the idea of obtaining and increasing environmentally friendly green energy, taking into account the potential of wind and solar energy in Baku, Absheron region and Karabakh zone, is promoted and implemented. A significant part of the profit from the sale of

hydrocarbons is directed to the creation of production processes that do not harm nature, the introduction of modern equipment that ensures ecological cleanliness in existing processes, the application of innovative methods for the revival of agriculture, and at the same time, the solution of issues such as eliminating the negative manifestations of climate change.

The damage caused by climate change to agriculture and greenery in general makes it difficult for plants to produce plant hormones (phytohormones) that regulate their development and resistance to environmental influences, ensuring important processes. As a result, plants fail to develop normally, which leads to the occurrence of various diseases in plants and a decrease in productivity [4-6].

Mineral and organic fertilizers have a very active and powerful effect on all complex processes that play a major role in the growth and development of plants. They change the concentration of salts in the soil, the intensity of chemical, physicochemical and biological processes, as well as the reaction, buffering and absorption capacity of the soil. The most powerful and fastest acting agrochemical means is soil fertilization in the correct regulation of complex processes and the problem of the circulation of substances in agriculture [7].

In order to achieve stable productivity in the agricultural sector, important work is being done to increase the area of arable land and increase its fertility by using new fertilizers. However, at the same time, it is important to solve issues such as increasing the resistance of plants to harsh climate changes and drought. This is possible with the help of phytohormones. However, the difficulties in obtaining phytohormones chemically, and the problems such as the resistance of a small number of natural hormones to enzymatic processes in plants require the search for new ways. One of such directions is the application of stimulants called plant growth substances that are not plant hormones but have certain properties that have an intensive effect on the development of plants, and the acquisition of these substances is a very urgent issue [4-6,8].

Objectıve

Our objective was to conduct extensive research in this field, considering that obtaining new plant growth factors, which are important for ensuring the resistance of plants to environmental impacts, harsh climatic conditions and drought, is an urgent problem, by examining the work we can do to contribute to the State's work in the field of agriculture by utilizing the potential of chemical science.

Methods

As we have mentioned, currently, research in the field of obtaining plant growth substances is mainly carried out in the direction of obtaining substances that do not have a phytohormone structure, but only have some of their properties and have a stimulating effect on the development process of plants.

Comprehensive research work is being carried out in a special laboratory established at our institute in this field. Studies have shown that oil has a positive effect on plant development, and this is attributed to the petroleum acids that Azerbaijani oil is rich in, and the presence of many carboxylic acids in plants to one degree or another indicates their importance in the life of plants [4]. Therefore, in our research, synthetic oil synthesized by oxidation of natural, suitable oil fractions separated from oil and water-soluble derivatives of carboxylic acids were synthesized and tested on various agricultural plants.

During laboratory tests, plant seeds were placed in special containers and the

concentrations of synthesized substances on them that allowed for more intensive germination were determined. Experiments have shown that the optimal concentration of solutions prepared for intensive effects on seed germination of substances obtained on the basis of petroleum acids and carbonic acids is 10^{-4}-10^{-3}%. During tests conducted by planting seeds soaked in solutions of various synthesized substances of the indicated concentrations in pots and removing them from the soil after observations and measurements for 15-17 days and measuring their roots, the study of the effects of substances on the root and stem systems of plants showed that many derivatives of petroleum and carbonic acids have an active stimulating effect. While investigating the comparative effects of water (I) and some selected substances (II - potassium salts of natural petroleum, III - synthetic petroleum acids, IV - ammonium salt of malonic acid, V- monoethanolammonium hydrofumarate, VI - tris(2-hydroxyethyl)ammonium hydrosuccinate) on the root and stem systems of plants, the following examples of experiments conducted in Petri dishes (fig.1) and pots (fig.2), a graphical representation of the daily development process of plants (gr.1), and a comparative table reflecting root and stem growth clearly demonstrate the stimulating effect of our substances on plants (tab.1).

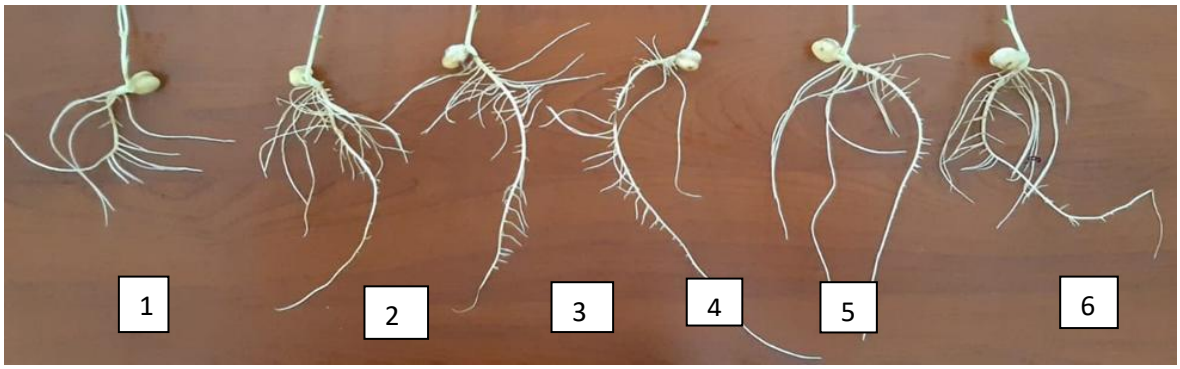
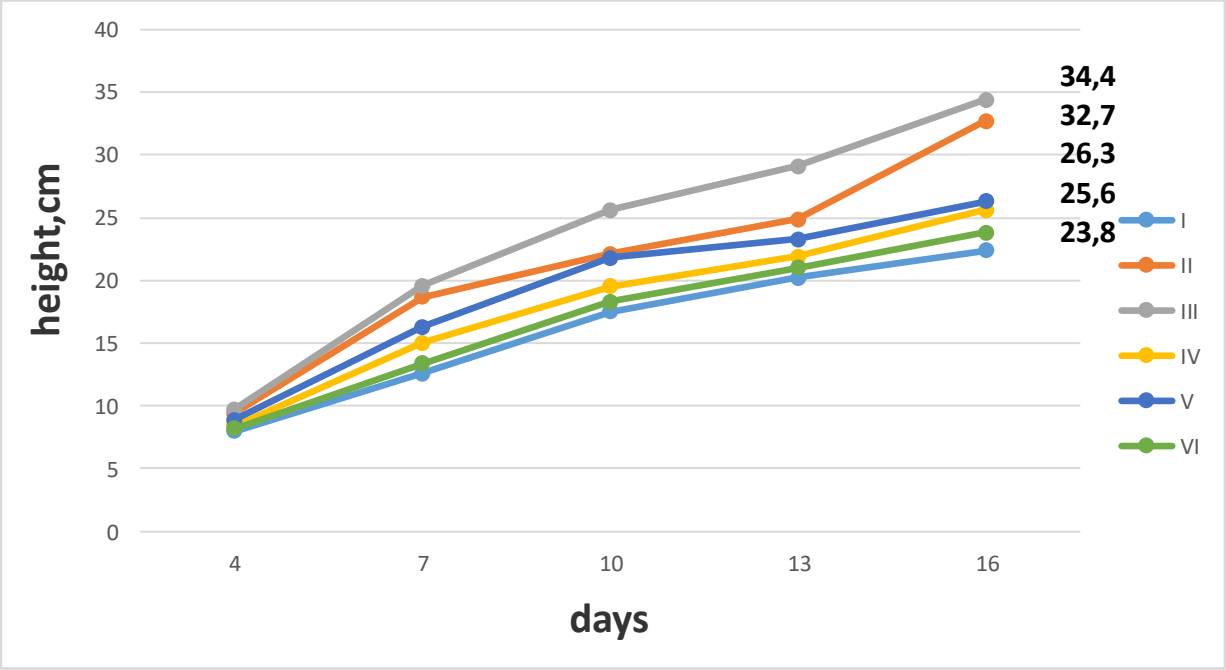


Figure 1. Appearance of root parts of pea plants treated with water in Petri dishes (control (1)) and solutions (2-6)



Figure 2. Appearance of root and stem parts of watered control (1) and solution-treated (2-6) corn plants in pot experiments



Graph 1. Growth dynamics of lentil plants under the influence of solutions compared to the control variant in days

Table 1. Comparison of root and stem systems

Plants	Parts of plant	Size when giving irrigation water, cm	Size when solution is given, cm					Growth, %
		I	II	III	IV	V	VI	
Pea	stem	29.3	33.2	32.1	35.5	32.7	33.7	9.6-21.2
	root	17.3	34.1	25.0	28.1	23.2	26.0	34.1-97.1
Lentils	stem	22.4	32,7	34.4	25.6	26.3	23.8	6.3-53.6
	root	14.6	20.5	19.8	17.9	19.3	16.6	13.7-40.4
Corn	stem	34.5	44.2	41.7	40.3	37,7	36.6	6.0-28.1
	root	26.9	36.3	33.2	32.4	30,0	29.2	8.5-34.9

Based on the results obtained from laboratory tests, substances with higher activity were selected and field tests were conducted on plants such as corn, peas, cotton, and wheat. It was found that the application of these substances, in full compliance with agrotechnical rules, resulted in an increase in productivity along with the normal development of plants. The results were recorded in special reports prepared and reflected in articles and many conference materials [4,5,9-14].

Research in the field of plant growth substances and the experiences we have gained as a result of our research work have shown that, unlike phytohormones, the effects of these substances on different plants are not the same. However, considering the importance of these substances for the development of the plant world in changing climate conditions, there is a need

to expand research and obtain more new substances with stimulating ability in order to obtain them in a wide range. Considering the relevance of the issue, based on the research in this field and the experiences we have gained in the research we have conducted, some new directions of action have already been planned to obtain new plant growth substances.

Conclusion

Among the steps taken by the state to improve the ecological situation, the importance of the work carried out against the negative effects of the environment for the revival of agriculture, which is the main source of meeting people's demand for food and healthy food products, and the importance of applying plant growth factors in this area are justified. The connection of growth factors with food and food security is shown.

The relationship of plant growth factors with food and food security is formed against the background of increasing productivity in agriculture. One of the important conditions for productivity is the use of plant growth factors, which are of exceptional importance in the process of increasing the resistance of plants to changing climatic conditions, ensuring their hormonal activity and ensuring their normal development. Growth factors prevent many diseases that may occur in plants by helping them to grow normally, which also prevents the presence of products harmful to health in the composition of products intended for the food sector. When climatic conditions do not allow plants to develop normally, problems arising in their absorption of fertilizer products as nutrients can also lead to a decrease in productivity and the accumulation of excessive chemicals in plants, which is undesirable in terms of food safety. The use of plant growth factors helps to prevent the aforementioned negative situations by increasing the development of the plant's root and stem system, and as a result, it participates in food safety processes.

References

1. E-QANUN, https://e-qanun.az/framework/4467 , Baku city, March 2, 2001, № 640
2. R.H.Guliyev, Human Resources Management, Textbook, Baku, 2022, 580 pages.
3. Food Safety Agency of the Republic of Azerbaijan. About. https://afsa.gov.az/az/haqqinda
4.V.M.Abbasov,F.A.Nabiyev,J.Sh.Mammadov,N.R.Abdullayeva, G.A.Aliyeva, F.D.Ganbarova, S.F.Akhmadbekova, J.F.Sultanova, “The Role Of Plant Growth Substances In The Field Of Agriculture And Ecology”, Lecture Notes in Networks and Systems (LNNS 1252) Proceedings of the International Conference on Smart Environment and Green Technologies ICSEGT 24, Volume 2, 2024, pp. 477-484. https://doi.org/10.1007/978-3-031-81564-5_56
5.V.M.Abbasov, F.A. Nabiyev, J.Sh. Mammadov, F.D.Ganbarova, G.A. Aliyeva, J.F. Sultanova, N.R. Abdullayeva, S.F. Ahmadbayova, F.İ. Ahmadov, “Investigation of the effect of succinic acid derivatives as a growth agent in the field of agriculture and greening,” Prosesses of Petrochemistry and oil refining, 2024, Vol. 25, №4, pp. 1166-1176. https://doi.org/10.62972/1726-4685.2024.4.1166
6. O.G.Sinyashin, O.A.Shapoval, M.M.Shulaeva, “Innovative regulators of plant growth in agricultural production,” Fertility, No. 5, 2016, pp.38-42.
7. A. M. Huseynov, N. V. Huseynov, K. Y. Mammadova, Agrochemistry, 2018, 441 p.
8 S.S.Uteberginova, “Influence of hormones on growth and development of plants,” Saratov Agrarian University named after N.I. Vavilov [Electronic resource] URL: http://worldofschool.ru_
9. F.D. Ganbarova, “Preparation of water-soluble complex salts of various fractions of synthetic petroleum

acids and alkoamines, study of their influence on wheat, corn and peas and comparative analysis with complexes of natural petroleum acids," Bulletin of Science and Practice, N 8 - August 2023, Ufa, pp. 16-26. https://doi.org/10.33619/2414-2948/93/02
10. J. Sh. Mammadov, F. A. Nabiev, G.A. Aliyeva, D.F. Sultanova, "Investigation of protatranes obtained on the basis of petroleum acids as effective growth substances," Collection of theses of the International scientific and technical conference "Technology of development of deposits and modeling of processes in oil and gas production" dedicated to the memory of academician A. Kh. Mirzadzhanzade, August 24-27, 2023, Ufa, UNPC «Izdatelstvo UGNTU» pp.137-138.
11. J.Sh.Mammadov, E.H.Mammadbeyli, F.A.Nabiyev, F.D. Ganbarova, Z.I. Shahtakhtinskaya, "Study of sodium, potassium and ammonium salts obtained on the basis of natural and synthetic petroleum acids as a growth agent on pea plants and their comparative characteristics," International scientific conference on the theme of "Current problems of modern natural and economic sciences" dedicated to the 101st anniversary of the national leader Heydar Aliyev, Ganja, May 03-04, 2024, pp. 227-229.
12. J.Sh. Mammadov, F.A. Nabiyev, F.D. Ganbarova, G.A. Aliyeva, J.F. Sultanova, N.E. Huseynova, Z.I. Shakhtakhtinskaya, "Study of the stimulating action of some derivatives of malonic acid on the development of plants," Azerbaijan National Academy of Sciences Ganja branch, News collection, Natural and technical sciences series, №1(88), 2023, pp.35-42.
13. J.Sh.Mammadov, F.A.Nabiyev, F.D. Ganbarova, G.A. Aliyeva, J.F.Sultanova, N.E. Huseynova, G.U.Zamanova, S.F.Ahmadbayova,"Synthesis of tris(2-hydroxyethyl)ammonium complex derivatives of glutaric acid and study of their stimulating effect on plant seeds," Azerbaijan National Academy of Sciences Ganja Branch, News collection, Natural and technical sciences series, №1 (91), 2024, pp. 31-37. https://doi.org/10.59849/3006-1318.2024.1.28
14. J.Sh.Mammadov, F.A.Nabiyev, F.D. Ganbarova, G.A.Aliyeva, Z.I.Shahtakhtinskaya, S.F. Ahmadbayova, "Synthesis of tris(2-hydroxyethyl)ammonium glutarates and studies of their stimulating actions on development of cotton" Newspaper of Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla, Series of natural sciences (Ufa), №2, 2024, pp. 88-99.

Bitki boy maddələri, ətraf mühit və qida təhlükəsizliyi əlaqələri

Vagif Abbasov[1], Cəlal Məmmədov[2], Fərhad Nəbiyev[3], Nərminə Abdullayeva[4], Günay Əliyeva[5], Fatmaxanım Qənbərova[6], Zenfira Şahtaxtinskaya[7]

Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

[1] http://orcid.org/0009-0003-9270-66-24
[2] http://orcid.org/0009-0007-0445-6741
[3] https://orcid.org/0009-0004-5813-4172
[4] http://orcid.org/0009-0005-4812-404X
[5] http://orcid.org/0009-0001-1355-9810
[6] http://orcid.org/0009-0006-0940-7554
[7] http://orcid.org/0009-0002-0642-2020

XÜLASƏ

Məqalədə insan faktorunun dövlətin mövcudluğu üçün əhəmiyyəti, demoqrafik vəziyyətin

yaxşılaşdırılması istiqamətində atılan addımlar sırasında ərzaq və qida bolluğunun yaradılmasının vacibliyi, eyni zamanda Respublikamızda ərzaq məhsullarının əsas mənbəyi olan kənd təsərrüfatı məhsullarının artırılmasına, ekoloji təmiz qida məhsullarının əldə edilməsinə təkan verən ərzaq və qida təhlükəsizliyinin təminatı üçün qəbul edilən qanunların qəbulunun əhalinin rifahı və sağlamlığı üçün əhəmiyyəti göstərilir. Ekoloji tarazlığın pozulması ilə yaranmış iqlim dəyişikliklərinin kənd təsərrüfatının inkişafına zərər vurmaqla ərzaq təhlükəsiszliyinin təmin edilməsi proseslərinə mane olması, vəziyyətdən çıxmaq üçün dövlətimiz tərəfindən ekoloji tarazlığın bərpası və ətraf mühitin daha da çirklənməsinin qarşısının alınması, əkinə yararlı torpaq sahələrinin artırılması, aqrokimyəvi vasitələrin səmərəli tətbiqinin həyata keçirilməsi istiqamətində gördüyü işlərdən bəhs olunur. Məqalədə bitkilər tərəfindən emal olunaraq onların inkişafı proseslərini tənzimləyən fitohormonların iqlim dəyişikliklərinin neqativ təsiri nəticəsində yaranmış qıtlığının yaşıllıqların, yabanı və kənd təsərrüfatı bitkilərinin inkişafını ləngitdiyi, bu prosesin xüsusilə kənd təsərrüfatında məhsuldarlığın azalmasına səbəb olduğu və vəziyyətdən çıxış yolu kimi bitki boy maddələrindən istifadə edilməsinin müsbət nəticələr verə biləcəyinin potensial imkanları haqqında məlumat verilir. Məqalədə ətraf mühitin təsiri və bitki boy maddələrindən kənd təsərrüfatı sahəsində istifadə edilməsinin qida təhlükəsizliyi ilə bağlılığı da şərh olunur. Boy maddələri fitohormonların bəzi xüsusiyyətlərini daşımaqla bitkilərin normal inkişaf etməsi və ətraf mühitin təsirlərinə dayanıqlıqlarının artmasına səbəb olurlar. Qeyd olunur ki, araşdırılmalar bitki boy maddələrinin əldə edilməsinin təbii və sintetik neft turşuları, karbon turşuları əsasında alınmasının perspektivli istiqamətlər olduğunu göstərir. Bunu nəzərə alaraq nəzərdə tutulan turşuların suda həll olan bir çox duzları sintez edilmişdir. Bildirilir ki, bu duzların bitkilər üzərində çoxsaylı sınaqları nəticəsində müəyyən edilimişdir ki, onların bir çoxu güclü stimullaşdırıcı qabiliyyətə malikdirlər və həmin maddələr kənd təsərrüfatı və yaşıllaşdırma sahəsində tətbiq edilmək üçün tövsiyə edilmişdir. Hazırda iqlim dəyişikliklərinin bitkilərin inkişafına mənfi təsirlərini nəzərə alaraq yeni bitki boy maddələri əldə etmək üçün tədqiqat işlərinin genişləndirilərək davam etdirilməsinin vacib olduğu vurğulanır.

Açar sözlər: ekologiya, boy maddələri, qida təhlükəsizliyi, kənd təsərrüfatı.

Ростовые вещества растений, окружающая среда и продовольственная безопасность

Вагиф Аббасов[1], Джалал Мамедов[2], Фархад Набиев[3], Нармина Абдуллаева[4], Гюнай Алиева[5], Фатмаханым Ганбарова[6], Зенфира Шахтахтинская[7]

Институт нефтехимических процессов им. Ю. Мамедалиева Министерства Науки и Образования Азербайджанской Республики, Баку, Азербайджан

[1] http://orcid.org/0009-0003-9270-66-24
[2] http://orcid.org/0009-0007-0445-6741
[3] https://orcid.org/0009-0004-5813-4172
[4] http://orcid.org/0009-0005-4812-404X
[5] http://orcid.org/0009-0001-1355-9810
[6] http://orcid.org/0009-0006-0940-7554
[7] http://orcid.org/0009-0002-0642-2020

АННОТАЦИЯ

В статье показана значимость человеческого фактора для существования государства, важность создания продовольственного и пищевого изобилия в рамках мер по улучшению демографической ситуации, а также необходимость принятия законов по обеспечению продовольственной и пищевой безопасности, которые стимулируют увеличение производства сельскохозяйственной продукции, являющейся основным источником продуктов питания в нашей Республике, и приобретение экологически чистых продуктов питания для благополучия и здоровья населения. Также обсуждается тот факт, что изменения климата, вызванные нарушением экологического равновесия, наносят вред развитию сельского хозяйства и тормозят процессы обеспечения продовольственной безопасности, и работа, проводимая нашим государством по восстановлению экологического равновесия и предотвращению дальнейшего загрязнения окружающей среды, увеличению площади земель, пригодных для возделывания, и внедрению эффективного применения агрохимикатов для выхода из сложившейся ситуации. В статье приводится информация о том, что дефицит фитогормонов, которые перерабатываются растениями и регулируют процессы их развития, в результате негативного влияния изменения климата замедляет развитие зеленых, дикорастущих и сельскохозяйственных растений, этот процесс приводит к снижению урожайности, особенно в сельском хозяйстве, и потенциальные возможности использования факторов роста растений как выхода из ситуации могут дать положительные результаты. В статье также комментируется влияние окружающей среды и связь использования ростовых веществ растений в сельском хозяйстве с продовольственной безопасностью. Факторы роста, обладая некоторыми свойствами фитогормонов, способствуют нормальному развитию растений и повышают их устойчивость к воздействиям окружающей среды. Отмечено, что исследования показывают перспективность получения факторов роста растений на основе природных и синтетических нефтяных кислот и карбоновых кислот. С учетом этого синтезировано множество водорастворимых солей предполагаемых кислот. Сообщается, что в результате многочисленных испытаний этих солей на растениях было определено, что многие из них обладают сильной стимулирующей способностью и эти вещества рекомендованы для применения в сельском хозяйстве и озеленении. Подчеркивается важность расширения и продолжения исследований для получения новых соединений для роста растений с учетом негативного влияния изменения климата на развитие растений.

Ключевые слова: экология, пищевые добавки, продовольственная безопасность, сельское хозяйство.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0891

GELECEĞIN GIDA KAYNAĞI BÖCEKLER

Mete TÜRKOĞLU[1*], Verdiyeva Vəfa Qaçay qızı[2]

[*1] Iğdır Üniversitesi Teknik Meslek Yüksekokulu, Avcılık ve Yaban Hayatı Bölümü Iğdır/ Türkiye
[2] Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti, Gəncə, Azərbaycan

[1] http://orcid.org/0000-0001-8045-5889, mbt.turkoglu@gmail.com
[2] http://orcid.org/0000-0003-4409-5235, vefa_675@mail.ru

Özet

Böcekler, ekosistem için hayati öneme sahip olup, tarih boyunca çeşitli alanlarda kullanılmıştır. Artan dünya nüfusu ve gıda güvenliği sorunları, böceklerin besin kaynağı olarak değerlendirilmesini gündeme getirmiştir. Yüksek protein, vitamin ve mineral içeriğiyle böcekler, sürdürülebilir bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Diğer hayvansal gıda kaynaklarına kıyasla daha az yem, su ve alan gerektirmeleri, böcekleri çevre dostu bir seçenek haline getirmektedir. Ayrıca, biyolojik atıklar (sebze ve meyve atıkları, tarımsal kalıntılar, hayvan gübresi gibi organik maddeler) böcek yetiştiriciliğinde yem kaynağı olarak kullanılabilir. Bu sayede, hem atık yönetimine katkı sağlanmakta hem de doğal kaynakların daha verimli kullanımı mümkün olmaktadır. Böceklerden elde edilen biyoaktif bileşenler, sağlık üzerinde olumlu etkiler göstererek, böcekleri gelecekte sürdürülebilir besin kaynakları arasında önemli bir alternatif haline getirmektedir.

Anahtar kelimeler: *Böcek, Besin, Beslenme.*

GİRİŞ

İnsanlar, ilk çağlarda avcı-toplayıcı olarak yaşamlarını sürdürmüş, zamanla tarım ve hayvancılığa geçerek yerleşik hayata adım atmıştır. Bu değişim, beslenme ve barınma koşullarını iyileştirirken nüfus artışına ve artan ihtiyaçlara yol açmıştır [1].

Tarım alanlarını genişletme çabaları, doğal ekosistemlerin tahrip olmasına ve çevresel sorunların artmasına neden olmuştur. Nüfus artışı ve kentleşme, gıda üretimi üzerinde baskı oluştururken, dünya nüfusunun 2050 yılına kadar 9 milyara ulaşacağı öngörülmektedir. Sürekli artan nüfus, ilerleyen dönemlerde gıda krizinin daha da derinleşeceğine işaret etmektedir [2,3].

Sınırlı tarım arazileri ve su kaynaklarıyla yeterli beslenmenin sağlanmasının giderek zorlaşacağı belirtilmektedir. Bu nedenle, artan nüfus ve azalan kaynaklarla başa çıkabilmek için böcek tüketimi gibi geleceğe yönelik beslenme yöntemleri geliştirilmelidir.

Böceklerin Gıda Kaynağı Olarak Kullanımı ve Üretim Avantajı

Böcekler, tür çeşitliliği açısından hayvanlar âleminde en baskın gruptur [4]. Asya, Afrika ve Latin Amerika'da yaşayan yaklaşık 2 milyar insan, besin olarak, *Coleoptera* (%31), *Lepidoptera* (%18), *Hymenoptera* (%14), *Orthoptera* (%13), *Hemiptera* (%10), *Isoptera* (%3), *Odonata* (%3) ve *Diptera* (%2) böcek türlerini tüketmektedir [5].

Yenilebilir böcekler, genellikle orman ekosistemlerinde yaşayıp, üremektedirler. Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), dünya nüfusunun artmasıyla birlikte ilerleyen dönemlerde besin ihtiyacının

böceklerle karşılanabileceğini ve böcek üretiminin artırılması gerektiğini vurgulamıştır. Bu görüş doğrultusunda, hem böcek üretimi hem de bilimsel araştırmalar ve çalışmalar yapmak amacıyla çiftlikler kurulmuştur [6], Böcekler, hayvan ve insan kaynaklı organik atıkların geri dönüştürülmesinde kullanılabilir. Bu sayede hem böcekler beslenir hem de atıkların dönüşümüyle çevrenin temizlenmesine katkı sağlanır [7]. Doğaya daha az kirletici atık bıraktıkları için kanatlılar ve çiftlik hayvanlarına göre daha az amonyak ve sera gazı üretmenin yanı sıra böceklerin su tüketimi daha azdır [8]. Böcekler, diğer hayvanlara oranla daha dar alanlarda üretilebilir, bu da onların hayvanların çoğalması ve üretimi için gerekli olan arazi kullanımında avantaj sağlar [9].

Böceklerin Besleyici Özellikleri

Böcekler, protein, karbonhidrat, mineral ve vitaminler bakımından zengin, buna karşın yağ oranı düşük olan besinlerdir. Tüketilebilir birçok böcek türü, vücut için gerekli olan makro besinler (protein, yağ ve karbonhidratlar) ve mikro besinler (vitaminler ve mineraller) açısından zengindir. Bu besin öğeleri, insan sağlığı için önemli olup enerji üretimi, hücre yenilenmesi ve bağışıklık sisteminin güçlenmesi gibi çeşitli biyolojik fonksiyonlarda rol oynamaktadır [10].

Böceklerden elde edilen proteinler, vücut tarafından kullanılabilirlik (sindirilebilirlik) açısından bitkisel proteinlere göre daha yüksek bir değere sahiptir. Örneğin, yer fıstığı ve mercimek gibi bitkisel protein kaynaklarının vücut tarafından sindirilebilirlik oranı %52 civarındayken, böcek proteinlerinin oranı %76 ile %98 arasında değişmektedir. Bu da böcek proteinlerinin, bitkisel proteinlere kıyasla daha kolay emilip faydaya dönüştürülebildiğini göstermektedir. Öte yandan, sığır eti ve yumurta akı gibi hayvansal proteinler %100 oranında vücut tarafından kullanılabilirken, böcek proteinleri bu kaynaklara kıyasla yalnızca biraz daha düşük bir orana sahiptir. Bu durum, böcek proteinlerinin besleyici ve vücut için kolayca yararlanılabilen bir alternatif olduğunu ortaya koymaktadır [11].

Böcekler, enerji, protein, yağ, mineral ve vitamin açısından zengin bir besin kaynağıdır. İçerdikleri enerji miktarı, taze et türleriyle benzer seviyelerde olup, bu durum domuz eti için geçerli değildir. Çünkü domuz eti, yüksek yağ içeriği nedeniyle daha fazla enerji içerir. [12]. Yapılan araştırmalar ve çalışmalara göre, böceklerin ortalama enerji değeri 100 gram kuru madde başına 400–500 kcal civarındadır. Bu enerji oranı, et, baklagiller ve diğer geleneksel protein kaynaklarıyla kıyaslandığında oldukça yeterli bir seviyeye ulaşmakta ve böcekleri besleyici bir alternatif olarak öne çıkarmaktadır. [13].

Yenilebilir Böceklerin Ekolojik Etkileri

Dünya nüfusunun artmasıyla birlikte gıda talebi de yükselmekte, bu durum sürdürülemez tarım ve hayvancılık uygulamalarını teşvik etmektedir. Sonuç olarak, doğal yaşam alanları yok olmakta, ormanlar tahrip edilmekte ve hayvan yetiştiriciliği artarak çevreye zarar vermektedir. Özellikle hayvancılık, metan ve karbondioksit gibi sera gazlarının salınımını artırarak küresel ısınmaya katkıda bulunmaktadır. Bu sorunlara çözüm olarak, kırmızı et tüketiminin azaltılması, tarımda verimliliğin artırılması ve daha az toprak ve su gerektiren alternatif gıda kaynaklarına yönlenmesi önerilmektedir [14].

Gıda üretiminin çevreye etkisi konusunda genellikle göz ardı edilen ancak büyük önem taşıyan bir diğer faktör su ve toprak kullanımındır. Dünyadaki tatlı su kaynakları sınırlıdır ve mevcut kaynakların yaklaşık %70'i tarım ve hayvancılık endüstrisi tarafından tüketilmektedir. Bunun yanı sıra, yakın gelecekte dünya nüfusunun üçte ikisinin su kaynakları kıt ve risk altında

olan bölgelerde yaşayacağı öngörülmektedir. Ayrıca, günümüzde tarıma elverişli alanların %70'i hayvancılık sektörü tarafından kullanılmaktadır [15,16].

Böcekler, yemi gıdaya dönüştürme açısından oldukça verimli canlılardır. Yaklaşık %50'lik bir dönüşüm oranına sahiptirler; yani 1 kg protein üretmek için sadece 2 kg yem yeterlidir. Ayrıca, böceklerin yaklaşık %80'i yenilebilir olup, daha az su ve gıda tüketirler. Bu durum, böcek yetiştiriciliğiyle ortaya çıkan atık miktarının daha düşük olmasını sağlar.

Sera gazları, atmosferde birikerek ısıyı tutan ve küresel ısınmaya yol açan gazlardır. Karşılaştırıldığında, un kurtlarına kıyasla tavuklar üç kat daha fazla alana ihtiyaç duyar ve iki kat fazla sera gazı salınımına neden olurken, sığırlar on kat daha fazla alana ihtiyaç duymakta ve 18 kat daha fazla sera gazı salınımına yol açmaktadır. Çekirgeler ve un kurtları, aynı miktarda protein üretmek için sığır yetiştiriciliğinde kullanılan yemin onda birinden daha azını tüketmektedir [17].

Böcek üretimi, düşük çevresel ayak izi (bir ürünün veya faaliyetin doğal kaynak tüketimi ve çevreye verdiği zarar açısından bıraktığı etki) sayesinde sürdürülebilir ve ekonomik bir alternatif protein kaynağı olma potansiyeline sahiptir. Böceklerin yetiştirilmesi, geleneksel hayvansal protein kaynaklarına kıyasla daha az su, yem ve arazi gerektirdiği için çevre üzerindeki olumsuz etkileri minimize etmektedir [18,19].

Sonuç ve Öneriler

Böcekler, küresel protein talebini karşılamaya yardımcı olabilecek sürdürülebilir bir alternatif protein kaynağı olarak önerilmektedir. Günlük vitamin, mineral ve esansiyel aminoasit ihtiyacını karşılayabilen yenilebilir böceklerin insan sağlığına olumlu etkileri olduğu bilinmektedir. Ancak, gıda güvenliği konusunda toplumlarda önyargılar mevcuttur. Tarih boyunca besin kaynağı olarak tüketilmelerine rağmen, birçok insan için böcekler zamanla tiksinme ve korku uyandıran bir unsura dönüşmüştür. Bununla birlikte, küresel ısınma ve uygun maliyetli kaliteli protein arayışı, böcek tüketimine olan ilgiyi yeniden artırmaktadır.

Hayvancılık sektörü, küresel sera gazı salınımını önemli ölçüde artırırken, aynı zamanda toprak ve su kaynaklarının önemli bir kısmını tüketmektedir. Hayvansal gıdalar, dünya genelinde tüketilen protein kaynaklarının yalnızca %37'sini sağlasa da, tarıma elverişli arazilerin büyük bir bölümünü işgal etmektedir. Böcek proteinleri, zengin besin içeriği ve çevre dostu özellikleriyle alternatif bir protein kaynağı olarak öne çıkmaktadır. Sürdürülebilir ve yenilikçi bir çözüm sunan bu proteinler, insan sağlığına olası fayda ve zararlarının belirlenmesi ve tüketici kabulünün sağlanmasıyla daha geniş bir kullanım alanı bulabilir.

İnsanların besin ihtiyaçlarını karşılamak için doğayla uyumlu bir şekilde yaşam koşullarını belirlemek, felaketlerin önlenmesi ve kaynakların sürdürülebilir kullanımı açısından büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda, gıda israfının önlenmesi, aşırı taleplerin etkisinin hafifletilmesi, ormanlar, sulak alanlar ve meraların düzenli kullanımı gerekmektedir. Ayrıca, tarımsal üretimin artırılması amacıyla bilinçsizce kullanılan ilaç ve gübrelerin miktarının azaltılması ve kısıtlı su kaynaklarının kirlenmesinin engellenmesi, ekosistemlerin korunmasına yardımcı olacaktır. Bu önlemler alındığında, insanlarının böceklerle beslenmesine gerek kalmayacak ve böceklerin ilaç sanayisinde kullanılması, hem çevre hem de insan sağlığına fayda sağlamaya devam edecektir.

Kaynakça

1. Türkoğlu M., Verdiyeva V. 2024 Doğa ve insan çatışması Ateş Yayıncılık, ISBN 978-625-5520-02-9 (s.153) İstanbul

2. Van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., Vantomme, P. (2013). *Edible insects: future prospects for food and feed security*. FAO, Rome.
3. FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO (2018). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2018. Building climate resilience for food security and nutrition*. Rome, Italy.
4. De Castro, R.J.S., Ohara, A., dos Santos Aguilar, J.G., Domingues, M.A.F. (2018). Nutritional, functional and biological properties of insect proteins: Processes for obtaining, consumption and future challenges. *Trends Food Sci Tech*, 76: 82-89, doi: 10.1016/j.tifs.2018.04.006
5. FAO (2020). Insects for food and feed. The contribution of insects to food security livelihoods and the environment. http://www.fao.org/edible-insects/en/ (Accessed: 22 July 2020).
6. Wade, M., Hoelle, J. (2020). A review of edible insect industrialization: Scales of production and implications for sustainability. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aba1c1/meta (Accessed 22 July 2020).
7. Barbi, S., Macavei, L.I., Fuso, A., Luparelli, A.V., Caligiani, A., Ferrari, A.M., Maistrello, L., Montorsi, M. (2020). Valorization of seasonal agri-food leftovers through insects. *Sci Total Environ*, 709: 136209, doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.136209.
8. Van Huis, A., Oonincx, D. G. (2017). The environmental sustainability of insects as food and feed. A review. *Agron Sustain Dev*, 37(5): 43 doi: 10.1007/s13593-017-0452-8.
9. Mulia, R.N. (2019). Global simulation of insect meat production under climate change. *Front Sustain Food Syst*, 3: 91, doi: 10.3389/fsufs.2019.00091.
10. Mwangi, M.N, Oonincx, D.G, Stouten, T, Veenenbos, M, Melse-Boonstra, A, Dicke, M, Van Loon, J.J, Insects as sources of iron and zinc in human nutrition, *Nutrition research reviews*, 2018, 31(2), 248-255.
11. United States Dairy Export Council (2004). Reference manual for U.S. whey and lactose products. U.S. Dairy Export Council.
12. Rumpold BA & Schl€uter OK (2013a) Nutritional composition and safety aspects of edible insects. Molecular Nutrition and Food. Research 57: 802–23.
13. Payne CLR, Scarborough P, Rayner M et al. (2016) A systematic review of nutrient composition data available for twelve commercially available edible insects, and comparison with reference values. Trends in Food Science and Technology 47: 69–77.
14. Mariutti, L. R. B., Rebelo, K. S., Bisconsin-Junior, A., de Morais, J. S., Magnani, M., Maldonade, I. R., Maderia, N. R., Tiengo, A., Marostica, M. R., Cazarin, C. B. B. (2021). The use of alternative food sources to improve health and guarantee access and food intake. *Food Research International*, *149*, 110709, https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110709.
15. Kawabata, M., Berardo, A., Mattei, P., de Pee, S. (2020). Food security and nutrition challenges in Tajikistan: Opportunities for a systems approach. *Food Policy*, *96*, 101872.
16. Kemsawasd, V., Inthachat, W., Suttisansanee, U., Temviriyanukul, P. (2022). Road to The Red Carpet of Edible Crickets through Integration into the Human Food Chain with Biofunctions and Sustainability: A Review. *International Journal of Molecular Sciences*, *23*(3), 1801, https://doi.org/10.3390/ijms23031801.
17. Ponce-Reyes R., Lessard B. D. (2021). Edible Insects - A roadmap for the strategic growth of an emerging Australian industry. CSIRO, Canberra, https://www.futurefoodsystems.com.au/an-industry-with-legs-csiro-releases-australias-first-edible-insects-roadmap/.
18. Delvendahl, N., Rumpold, B. A., Langen, N. (2022). Edible Insects as Food–Insect Welfare and Ethical Aspects from a Consumer Perspective. *Insects*, *13*(2), 121, https://doi.org/10.3390/insects13020121.
19. La Barbera, F., Verneau, F., Videbæk, P. N., Amato, M., Grunert, K. G. (2020). A self-report measure of attitudes toward the eating of insects: Construction and validation of the Entomophagy Attitude Questionnaire. *Food Quality and Preference*, *79*, 103757, https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.103757.

INSECTS AS THE FOOD SOURCE OF THE FUTURE

Mete TÜRKOĞLU[1], Vafa Qachay Verdiyeva[2]

[1] Iğdır University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Hunting and Wildlife, Iğdır, Türkiye
[2] Azerbaijan State Agricultural University, Ganja, Azerbaijan

[1] http://orcid.org/0000-0001-8045-5889, mbt.turkoglu@gmail.com
2 http://orcid.org/0000-0003-4409-5235, vefa_675@mail.ru

ABSTRACT
Insects are vital for ecosystems and have been used in various fields throughout history. The increasing global population and food security issues have brought insects into consideration as a food source. With their high protein, vitamin, and mineral content, insects stand out as a sustainable alternative. Compared to other animal food sources, insects require less feed, water, and space, making them an environmentally friendly option. Additionally, biological waste (such as vegetable and fruit waste, agricultural residues, and animal manure) can be used as feed in insect farming. This contributes to waste management and allows for more efficient use of natural resources. The bioactive compounds obtained from insects have positive effects on health, making insects an important alternative among sustainable food sources in the future.
Keywords: Insects, Food, Nutrition.

НАСЕКОМЫЕ КАК ИСТОЧНИК ПИЩИ БУДУЩЕГО

Мете ТЮРКОГЛУ[1], Вердиева Вяфа Качаевна[2]

[1] Технический профессиональный колледж Университета Ыгдыр, Отдел охоты и дикой природы, Ыгдыр, Турция
[2] Азербайджанский государственный аграрный университет, Гянджа, Азербайджан

[1] http://orcid.org/0000-0001-8045-5889, mbt.turkoglu@gmail.com
[2] http://orcid.org/0000-0003-4409-5235, vefa_675@mail.ru

АННОТАЦИЯ
Насекомые играют жизненно важную роль в экосистеме и на протяжении истории использовались в различных сферах. Рост численности населения и проблемы продовольственной безопасности способствовали возрождению интереса к насекомым как потенциальному источнику питания. Благодаря высокому содержанию белков, витаминов и минералов насекомые выделяются как устойчивый альтернативный пищевой ресурс. По сравнению с традиционными животными источниками пищи, насекомым требуется значительно меньше корма, воды и площади, что делает их экологически безопасным вариантом. Кроме того, органические отходы (остатки фруктов и овощей, сельскохозяйственные остатки, навоз) могут быть использованы в качестве корма при разведении насекомых. Это способствует эффективному управлению отходами и рациональному использованию природных ресурсов. Биологически активные вещества, получаемые из насекомых, оказывают положительное влияние на здоровье, что делает насекомых важной альтернативой в системе устойчивого питания будущего.
Ключевые слова: Насекомые, Питание, Пищевые продукты.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0896

AKBABALARIN EKOSISTEME VE INSAN SAĞLIĞINA KATKILARI

Mete TÜRKOĞLU [1*], Yusuf Zeynalov[2]

[*1]Iğdır Üniversitesi Teknik Meslek Yüksekokulu, Avcılık ve Yaban Hayatı Bölümü Iğdır/ Türkiye
mbt.turkoglu@gmail.com, +905323455912 ORCID NO: 0000-0001-8045-5889

[2]Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Botanika İnstitutu, Bakı, Azərbaycan
zeynalovyusuf@hotmail.com, ORCID NO: 0009-0007-0769-7743

Özet

Bu çalışmada, canlı türleri besin olarak tükettikleri ve onları besin olarak tüketen diğer türlerle sürekli bir etkileşim içinde olduğu bu ilişki, türlerin birbirine enerji akışı ile bağlandığı bir yapı oluşturduğu için "besin zinciri" olarak adlandırılır. Her canlının beslenme yöntemi doğrultusunda besin zincirinde üstlendiği rol, ekosistemlerin sağlıklı işleyişi açısından kritik öneme sahiptir. Akbabalar bu sağlıklı besin ağı ve döngüsünün önemli bir parçasıdır. Akbabalar, leşleri hızla ortadan kaldırarak toprak ve suların temiz kalmasını sağlayarak bulaşıcı hastalıkların yayılmasını önleyerek besin geri dönüşümüne katkıda bulunur. Akbabalar, ölü hayvan leşlerini tüketerek, diğer leşçil olan köpek ve fare gibi türlerin popülasyonlarını kontrol ederek, hastalıkların yayılmasını sınırlamaya yardımcı olurlar.

Akbabalar gibi ekosistemlerin dengesi için hayati öneme sahip türlerin korunması, insan yaşamını doğrudan destekleyen ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilmesinin sağlanmasının, ekosistemlerin sağlıklı işleyişini ve akbaba popülasyonunun önemi vurgulanmıştır.

Anahtar kelime: *Ekosistem sağlığı, Akbaba, İnsan sağlığı, Çevre temizliği.*

GİRİŞ

Yaban hayatında bazı türlere sevgiyle yaklaşırken, bazılarını ise zararlı, hastalık taşıyıcı veya gereksiz olarak görebiliyoruz. Bu yanlış algı, ekosistemlerde kritik roller üstlenen türlerin önemini göz ardı etmemize neden oluyor. Akbabalar da bu yanlış anlaşılmadan en çok etkilenen kuş türlerinden biridir. Oysa doğanın temizleyicileri olarak ekosistem dengesini korumada hayati bir rol oynarlar.

Ekosistem hizmetleri, doğal ekosistemlerin ve bu ekosistemleri oluşturan türlerin, insan yaşamının sürdürülebilmesi için sağladığı şartlar ve süreçlerdir [1].

Akbabalar, doğada ölü ve çürümeye başlamış hayvan leşlerini tüketerek, salgın hastalıkların, kötü kokuların ve kirliliğin yayılmasını önlemesinin yanı sıra çürükçül bakterilerin ve mikropların ortamda yayılmasını engelleyerek, bu leşlerde üreyebilecek zararlı canlıların popülasyonlarını kontrol altında tutarlar [2].

Akbabaların Ekosisteme Katkıları

Hastalık taşıma riski bulunan hayvan leşlerinin hızla parçalanıp ayrışmasını sağlayarak ekosistemin işleyişinde önemli bir rol oynar [3]. Leşleri tüketmesi, besin ağlarında enerji akışını teşvik eder [4]. Afrika'daki yırtıcı hayvanlar, örneğin aslanlar ve sırtlanların besin kaynaklarına

ulaşmasını sağlar [5]. Süzülerek uçarken yükselen hava akımlarından faydalanır ve bu sayede uzun mesafeleri düşük enerjiyle hızla kat ederler. [6]. Bu, onlara yiyecek aramalarına olanak sağlar. Ayrıca, havadan diğer kuşları gözlemleyerek toplu bir şekilde de yiyecek arayabilirler. Havadan besin arama, kara leşçilerine büyük bir avantaj sunar; çünkü kara leşçileri sınırlı beslenme alanlarına sahip olup, leşleri bulmak için daha fazla enerji harcarlar ve yerde daha düşük görüş mesafesine sahiptirler [7,8]. Yedikleri leşlerdeki mikroorganizmaları etkisiz hale getirebilmek için son derece asidik bir mideye sahiptirler. Midelerindeki asidik ortam, gıdada bulunan virüs ve bakteri gibi patojenleri yok eder ve etin hızla sindirilmesini sağlar. Midelerinin pH'ı 1 ile 2 arasında değişmektedir [9].

Akbaba Popülasyonunun Azalmasının Nedenleri

Akbaba popülasyonları azalışı, yiyecek kaynaklarının azalması ve yaşam alanlarının tahrip olması [10], non-steroid antiinflamatuar ilaç (NSAID) olan diklofenak [11,12,13]. Diklofenak, genellikle ağrı kesici ve iltihap giderici olarak insanların ve çiftlik hayvanlarının tedavisinde kullanılmaktadır. Akbabalar, ölü çiftlik hayvanlarının leşlerini yiyerek bu ilaca maruz kalırlar. Bu ilaç, akbabaların böbrek yetmezliğine neden olur ve dolayısıyla ölümlerine yol açar [13]. Assam'da (Hindistan'da eyalet), Beyaz Sırtlı Akbaba (*Gyps africanus*), Uzun Gagalı (*Gyps indicus*) ve İnce Gagalı (*Gyps tenuirostris*) akbabaların %99'unun ölümü, diklofenak nedeniyle gerçekleşmiştir [14]. Habitat kaybı ve yiyecek bulamama nedeniyle her geçen gün azalmaktadır. Tarım alanları açmak, şehirleşme ve yakacak odun elde etmek amacıyla yapılan ormansızlaşma, akbabaların yaşam alanlarını tehdit eden en büyük faktörlerden biridir. Özellikle yuvalama alanlarının yok olması, bu türler için ciddi bir tehlike oluşturmaktadır. Ayrıca yangınlar ve otlatma faaliyetleri, akbabaların güvenli tünekleme ve yuvalama alanlarını azaltarak, üreme başarılarını düşürmekte ve ölüm oranlarını artırmaktadır [15]. Bulaşıcı hastalıklar, akbabalar için bir diğer tehdit unsurudur. Hindistan genelinde toplanan *Gyps bengalensis* ve *Gyps indicus* türlerine ait 28 akbaba leşi üzerinde yapılan otopsi ve histopatolojik çalışmalar, bulaşıcı hastalıkların bu türler üzerindeki etkisine dair önemli kanıtlar sunmuştur [16]. Birçok akbaba üzerinde gerçekleştirilen otopsilerde, iç organlarda veya böbreklerde gut hastalığı belirtileri tespit edilmiştir [13].

BULGULAR ve ÖNERİLER

Akbabaların fonksiyonel olarak tükenmiş olduğu bölgelerde, örneğin Hindistan'da, akbaba popülasyonundaki azalış, leşleri yiyen fırsatçı türlerin sayısındaki artışı hızlandırır. Yaban köpekleri ve sıçanlar (Rattus rattus) gibi türler, akbaba gibi leş yiyicilerin yokluğunda leşleri tüketen hayvanlar haline gelir. Ancak, bu türler hastalıkların taşıyıcılarıdır ve leşlerin artmasıyla birlikte enfeksiyonların yayılma riski de büyür. Özellikle kuduz ve veba gibi hastalıklar, sırasıyla yaban köpekleri ve sıçanlar tarafından taşınarak hızla yayılabilir. Ayrıca, bu patojenler sadece köpekler ve sıçanlarla sınırlı kalmaz; diğer yaban hayatı ve çiftlik hayvanları da bu hastalıklara maruz kalabilir. Örneğin, köpek distemper virüsü, köpek parvo virüsü ve Leptospira spp. bakterileri gibi tehlikeli patojenler, artan yaban köpeği ve sıçan populasyonu nedeniyle daha yüksek bir risk oluşturur. Hindistan'da, akbabaların kaybı ve bunun sonucunda köpekler ve kuduz vakalarındaki artışın insan sağlığına olan yıllık maliyeti yaklaşık 1.5 milyar dolar olarak tahmin edilmektedir [17]. Nepal'de ise, akbabaların korunmasının ekonomik faydalarının yaklaşık 6.9 milyon dolar olduğu tahmin edilmiştir, Uganda'da ise Başlıklı akbaba (Necrosyrtes monachus)

ağırlıklı olarak mezbahalardan atılan hayvansal atıkları tüketerek, yerel yönetimleri atık toplama ve bertaraf tesisi inşaat maliyetini ucuza mal etmelerini sağlamıştır [18].

Bir türün yok olması veya popülasyonundaki değişiklikler, ekosistemlere besin zincirlerinin bozulması yoluyla zarar verir ve bu denge, ekosistemlerin sürdürülebilirliği için hayati öneme sahiptir. Akbabalar, ekosistemlere önemli hizmetler sağlayarak bu dengeyi korur. Leş yiyiciler olarak, besin geri dönüşümüne, toprak ve su kirliliğinin temizlenmesine ve hastalıkların yayılmasının kontrol altına alınmasına katkıda bulunurlar. Ayrıca, leş tüketerek doğadaki besin maddelerinin toprağa geri dönmesine yardımcı olur, bu da bitki örtüsünün büyümesini teşvik eder ve sağlıklı ekosistemlerin sürdürülebilirliğine katkı sağlar. Akbabalar bu süreçlerde ekonomik faydalar da sağlar, Bununla birlikte, akbabalar birçok toplumda kültürel ve manevi değer taşır ve ekoturizm yoluyla yerel gelirler sağlar. Akbaba koruma, biyolojik çeşitliliği destekleyerek ekosistem dayanıklılığını artırır ve tüm yaşam için gerekli olan ekosistem hizmetlerini sürdürmek açısından önemlidir.

Kaynakça

1 Daily, G. C., ed. (1997). Nature's services: societal dependence on natural ecosystems. Island Press, Washington, DC.

2 Türkoğlu, M. 2024 Kuşların Ekosistemdeki Yeri Ateş Yayıncılık İstanbul ISBN: 978-625-6032-52-1 s.130

3 Houston, D. C. (1994). Family Cathartidae (New World vultures). In J. del Hoyo, A. Elliott, and J. Sargatal, eds Handbook of the Birds of the World (Vol. 2): New World Vultures to Guineafowl, pp. 24–41. Lynx Ediciones, Barcelona, Spain.

4 DeVault, T.L., O.E. Rhodes & J.A. Shivik. 2003. Scavenging by vertebrates: behavioural, ecological, and evolutionary perspectives on an important energy transfer pathway interrestrial ecosystems. *Oikos* **102:** 225–234.

5 Houston, D.C. 1974a. Food searching behaviour in griffon vultures. *East Afr. Wildl. J.* **12:** 63–77.

6 Pennycuick, C.J., 1972. Soaring behaviour and performance of some African birds observed from a motorglider. *Ibis* **114:** 178–218.

7 Shivik, J.A. 2006. Are vultures birds, and do snakes have venom, because of macro- and microscavenger conflict? *BioScience* **56:** 819-823.

8 Houston, D.C. 1974b. The role of Griffon Vultures *Gyps africanus* and *Gyps ruppellii* as scavengers. *J. Zool.* **172:** 35–46.

9 Houston , D. C. , and J. E. Cooper . 1975 . The digestive tract of the Whiteback Griffon Vulture and its role in diease transmission among wild ungulates . *Journal of Wildlife Diseases* **11** : 306 – 313 .

10 Pain, D. J., Cunningham, A. A., Donald, P. F., Duckworth, J. W., Houston, D. C., Katzner, T.,Parry- Jones, J., Poole, C., Prakash, V., Round, P. and R. Timmins. (2003). Causes and Effects of Temporo-spatial Declines of Gyps Vultures in Asia. Conservation Biology, 17: 661-671.

11 Green, R. E., Newton, I. A. N., Shultz, S., Cunningham, A. A., Gilbert, M., Pain, D. J. And Prakash, V. (2004). Diclofenac Poisoning as a Cause of Vulture Population Declines Across the Indian Subcontinent. Journal of Applied Ecology, 41(5): 793-800.

12 Shultz, S., Baral, H. S., Charman, S., Cunningham, A. A., Das, D., Ghalsasi, G. R.,Goudar, M.S.,Green, R.E., Jones, A., Nighot, Pain, D. J., and Prakash, V. (2004).

Diclofenac Poisoning is Widespread in Declining Vulture Populations Across the Indian Subcontinent. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, 271(6): S458-S460.
13 Oaks, J. L., Gilbert, M., Virani, M. Z., Watson, R. T., Meteyer, C. U., Rideout, B. A., Shivaprasad, H.L., Ahmed, S., Chaudhry, M.J.I., Arshad, M.,Mahmood, S., Ali, A. and Khan, AA. (2004). Diclofenac Residues as the Cause of Vulture Population Decline in Pakistan. Nature, 427(6975):630-633.
14 Hussain S. (2015). A Study on Vulture Decline in Assam, India. Environmentalism, 1: 8-14.
15 Purohit A. and Saran R. (2013). Population Status and Feeding Behavior of Cinereous Vulture (Aegypusmonachus): Dynamics and Implications for the Species Conservation in andAround Jodhpur. World Journal of Zoology, 8(3):312-318.
16 Cunningham, A. A., Prakash, V., Ghalsasi, G. R., and Pain, D. (2001). Investigating the Cause of Catastrophic Declines in Asian Griffon Vultures (*Gyps indicus* and *G. bengalensis*). In Reports from the Workshop on Indian Gyps vultures (pp. 10-11). Proceedings of theth Eurasian Congress on Raptors. EstaciónBiológicaDonaña.
17 Markandya, A., T. Taylor, A. Longo, *et al*. 2008. Counting the cost of vulture decline—an appraisal of the human health and other benefits of vultures in India. *Ecol. Econ.* **67:** 194–204
18 Baral, N., R. Gautam, N. Timilsina & M.G. Bhat. 2007. Conservation implications of contingent valuation of critically endangered white-rumped vulture Gyps bengalensis in South Asia. *Int. J. Bio. Sci. Manage.* **3:** 145–156.

Contributions of vultures to the ecosystem and human health

Mete TÜRKOĞLU [1*], Yusuf Zeynalov[2]
[*1] Iğdır University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Hunting and Wildlife, Iğdır, Türkiye
mbt.turkoglu@gmail.com, +905323455912 ORCID NO: 0000-0001-8045-5889
[2] Institute of Botany, Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan
zeynalovyusuf@hotmail.com, ORCID NO: 0009-0007-0769-7743

ABSTRACT
In this study, the relationship between species, where they are constantly interacting with other species by consuming them as food, creates a structure where species are connected to each other through the flow of energy, and is therefore called the "food chain." The role each organism plays in the food chain, according to its feeding method, is crucial for the healthy functioning of ecosystems. Vultures are an important part of this healthy food web and cycle. By rapidly removing carrion, vultures contribute to keeping the soil and water clean, preventing the spread of infectious diseases, and supporting nutrient recycling. Vultures help limit the spread of diseases by controlling the populations of other scavengers, such as dogs and rats, by consuming dead animal carcasses.
The conservation of species like vultures, which are vital for the balance of ecosystems, is essential for maintaining ecosystem services that directly support human life. This highlights the importance of the healthy functioning of ecosystems and the role of vulture populations.

Keywords: Ecosystem health, Vulture, Human health, Environmental cleanliness.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0900

SYNTHESIS OF ECOLOGICALLY CLEAN PLANT GROWTH STIMULANTS

[1]Vagif Abbsov, [2]Rena Asadova, [3]Rena Bagirzade, [4]Aynur Farzaliyeva, [5]Rufana Mammadova

[1,2,3,4,5]Ministry of Science and Education Institute of Petrochemical Processes, Department of "Development of technologies for obtaining biologically active, synthetic and natural substances", Baku, Azerbaijan
[1]Director of the Institute of Petrochemical Processes, Academician of the National Academy of Sciences, http://orcid.org0009-0003-9270-6624, nkpi@nkpi.az
[2,3,4] Acting Senior Research Fellow of the Institute,
http://orcid.org 0009-0006-2645-3931, r.asadova88@mail.ru,
http://orcid.org /0009-0007-1783-7658 renabagira@gmail.com,
aynur310577@gmail.com,
[5]Researcher, rufana.mammadova.991@gmail.com

ABSTRACT

Biostimulants contribute to the sustainable development of agriculture by reducing dependence on synthetic materials such as fertilizers and pesticides. One of the key advantages of plant biostimulants is their ability to enhance nutrient uptake. In our study, succinic acid and its salts are presented as biostimulants. These compounds play an important role in improving seed germination and plant viability, strengthening the plant's immune system, increasing resistance to adverse conditions and stress, accelerating flowering and fruiting processes, boosting yield, and promoting the production of environmentally friendly crops.

The use of succinic acid in small doses (10 mg/L) shifts the plant’s energy metabolism to a new stationary state, where metabolic processes occur more intensively.

For this purpose, salts and complexes of succinic acid were synthesized at the Institute of Petrochemical Processes. The structural composition of the substances was studied using spectral analytical methods. IR spectra were recorded using an "ALPHA IR Fourier" spectrometer in the wavelength range of 400–4000 cm^{-1}, manufactured by the German company BRUKER. The physicochemical properties of these salts were also investigated.

Experiments were conducted under laboratory conditions, and the prepared sodium, potassium, and triethanolamine solutions showed the best results as plant growth regulators. Aqueous solutions of the synthesized compounds were prepared at concentrations of 1%, 0.01%, 0.001%, and 0.0001%, and studies were conducted on pea seeds.

As a control variant, the seeds were left in distilled water and in the prepared solutions for 24 hours, after which they were removed and transferred to other Petri dishes.

The use of small doses (0.001% and 0.0001%) of aqueous solutions of succinic acid salts shifts the plant’s energy metabolism to a new stable state, in which metabolic processes occur more efficiently.

Studies on the effects of aqueous solutions of succinic acid complexes, sodium, potassium, and TEA (triethanolamine) on pea plant germination show that the use of these solutions stimulates plant development. According to the research results, solutions prepared at concentrations of 0.001% and 0.0001% reduce pea germination time and accelerate its growth. These solutions also

enhance plant biological activity, promote root system development, and improve the overall immune system of plants.
Thanks to their profound impact on plant growth, yield, resilience, and food security, biostimulants are the key to unlocking a new era of agricultural productivity.

Keywords: *succinic acid, salt synthesis, plant growth regulators, triethanolamine complexes, seed germination.*

Introductıon

Nowadays, various plant growth regulators have gained increasing popularity in agricultural practices, and many of them are actively used in crop cultivation. Modern plant growth stimulants play an essential role in improving seed germination and vigor. They help strengthen the plant immune system, enhance resistance to adverse conditions and stresses, accelerate flowering and fruiting, increase yields, and contribute to the production of environmentally clean crops.

Succinic acid is widely used today as a safe natural plant growth stimulant, extensively applied in agriculture as a biologically active pure substance. As a growth regulator, succinic acid increases resistance to drought and cold, promotes seed germination, accelerates rooting and flowering of cuttings, stimulates root system development, reduces stress, and improves the uptake of nutrients from the soil. It also enhances plant adaptation after transplantation [1-3]. Moreover, succinic acid plays a key role in metabolic processes, affecting not only plants but also other living organisms. It serves as a universal energy source and regulator of various metabolic processes.

Excess succinic acid is not harmful, as any surplus is utilized by the plant and microorganisms as a nutrient source. This compound helps stabilize the natural soil microbiota, which plays a crucial role in restoring soil fertility and cleansing areas contaminated by toxic organic substances.

At the Institute of Petrochemical Processes, we conducted research on the synthesis of salts of natural petroleum acids and salicylic acid salts and tested them as plant growth stimulants [4-8]. Water-soluble sodium and potassium salts of environmentally friendly salicylic acid and complex compounds of triethanolamine and isobutylamine were synthesized, their aqueous solutions were prepared and their effect on plant seeds was studied. [9-11]. Succinic acid is capable of acting as a reducing and radical-scavenging agent as an individual substance, and not only as a stimulator of enzyme systems responsible for antioxidant protection [12,13].

We also prepared aqueous solutions of these salts in various concentrations, which were applied to different seeds and cuttings of agricultural crops. The research was carried out both in laboratory conditions and in open garden plots.

As a continuation of this work, sodium, potassium and ammonium salts of succinic acid, as well as complex compounds of mono-, di-, and triethanolamines, were synthesized in the laboratory as plant growth regulators for pea, bean, and corn seeds.

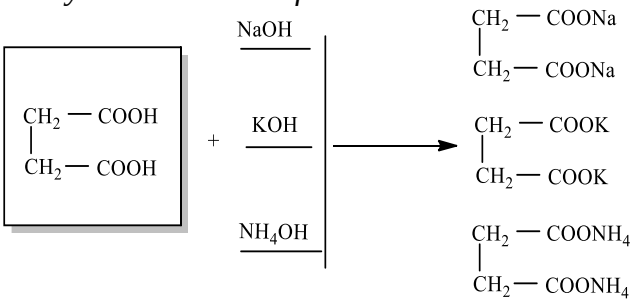
CARRYING OUT SYNTHESIS

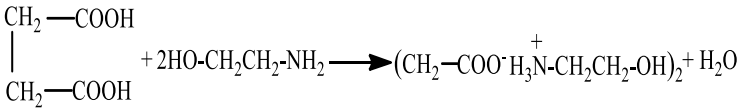
The synthesis was carried out in a three-neck flask equipped with a thermometer and a separating funnel at a temperature of 40-50°C. The reaction was conducted in the ratio of 1:2 with the duration of 30-40 minutes.

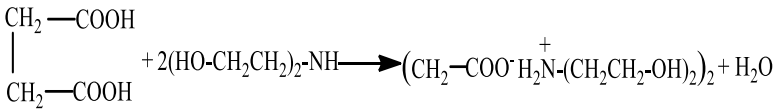


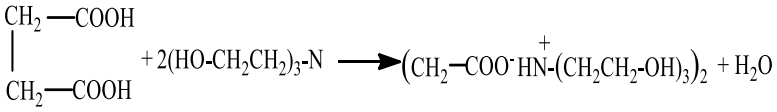
Figure 1. Synthesis of succinic acid salts and complexes

The synthesis scheme of succinic acid salts









The seeds were soaked in weak concentrations of the prepared salt solutions in Petri dishes for 24 hours, while the remaining seeds were placed in distilled water as a control. After the specified time, the seeds were removed from the solutions and transferred to other Petri dishes, where distilled water was added.

The image of the received salts IR spectra on a Fourier apparatus was proven. Since sodium, potassium salt and succinic acid triethanolamine gave results, graphs of their spectra are presented in this work.

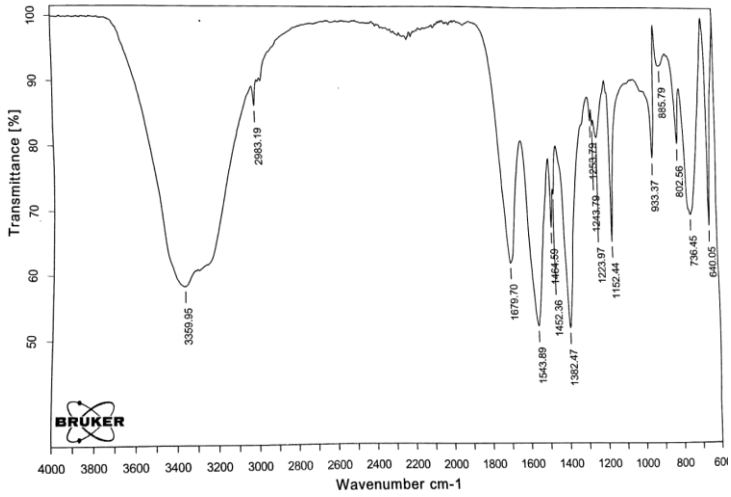


Figure 2. IR spectrum of sodium salt of succinic acid

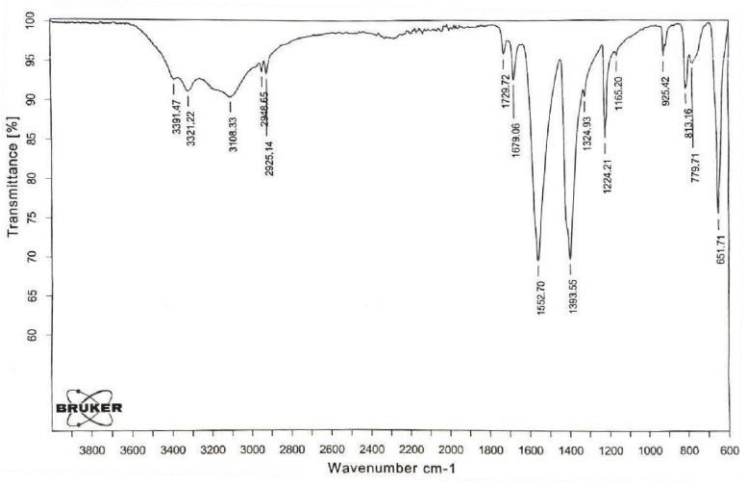


Figure 3. IR spectrum of potassium salt of succinic acid

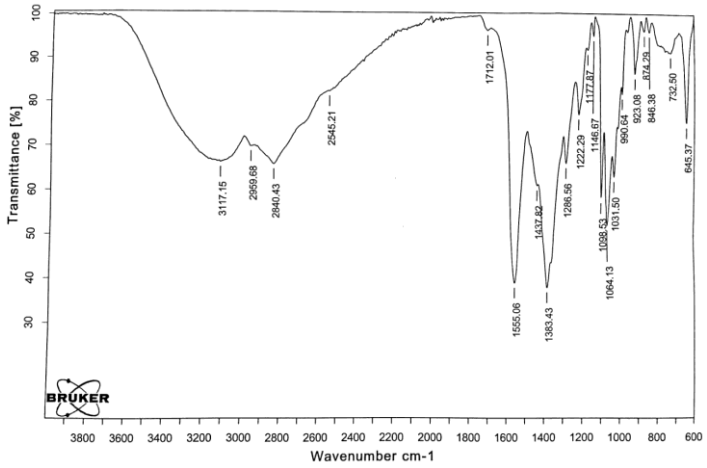


Figure 4. IR spectrum of triethanolamine complex of succinic acid

From the IR spectra it is clear that the absorption band characteristic of the acid disappears, and the absorption band characteristic of the salt appears. The physicochemical properties of the resulting succinic acid salts were studied.

Sodium succinate ($Na_2C_4H_4O_4$) is a white or colorless solid, crystalline powder, odorless and highly soluble in water. Refractive index (nD): approximately 1.42–1.45 (for solution). Freezing point: Since sodium succinate is mostly in solid form, it has a specific melting point, which can vary from 120 to 200°C depending on its hydrated forms. The freezing point of aqueous solutions depends on the concentration of the solution. pH (1% aqueous solution): 7.0–9.0 (creates a slightly alkaline environment). Density: ~1.50–1.60 g/cm³.

Potassium succinate ($C_4H_6KO_4$) is a white crystalline substance or powder, odorless/ Soluble in water, slightly soluble in alcohol, approximately 185–190°C (depending on hydration and form). Refractive Index (nD): typically around 1.42–1.45 for solutions. pH (1% aqueous solution): alkaline, typically 8.5 to 9.5. Density: about 1.6 g/cm³.

Triethanolamine (TEA) forms a coordination bond with the carboxyl groups of succinic acid. Chemical formula: $C_8H_{19}NO_6$ (for a typical complex). Molar mass: ~225–250 g/mol (may vary depending on the composition of the complex). Solid or viscous liquid (depending on humidity Light yellowish or colorless Slightly weak amine odor. Solubility in water Density: about 1.2–1.3 g/cm³.

Triethanolamine succinate (TEA-succinate) acts as a nitrogen source for plants, enhances protein synthesis, and enhances the development of leaves and roots. Due to its environmental friendliness and high efficiency, it is widely used in modern agriculture.



Figure 5. Control variant and sprouted pea seeds soaked in solution.

Observations were carried out in laboratory conditions over a period of 13-15 days, studying the impact of complex solutions on the growth dynamics of the aerial parts of the plants and their roots. It was found that solutions with concentrations of 0.001% and 0.0001% activate physiological processes, exerting a strong stimulating effect on the development of the root and stem systems of the plants.

Conclusıon

Succinic acid is a universal intermediate metabolite in the Krebs cycle. It has two main

effects on plants. The first isstimulation (increased yield), the second is a protective effect on plants exposed to various stressors. Succinic acid is used for presowing treatment of seeds and vegetative plants. The studies showed that succinic acid salts have a better effect compared to succinic acid itself. Weak salt solutions accelerate seedling growth, improve root system development, increase seed germination, enhance seedling survival, and help revitalize plant growth, while practically not affecting the quality of the product. Succinic acid has numerous pharmacological effects and influences key links in the pathogenesis of various diseases. Additionally, succinic acid, potassium succinate, and sodium succinate contribute to the improvement of the overall condition of microshoots, including reducing the level of vitrification in microshoot tissues. Research conducted on pea seeds shows that low-concentration succinic acid salt solutions positively affect seedling development. Thus, the seeds germinate faster compared to the control group, and both stems and roots develop better. Solutions of dibasic carboxylic acids exhibit biological activity and are more promising. No signs of mold were observed on the seeds that were treated with the solutions.

According to the research data, inoculation of the seeds stimulated the development of plants at the initial stages, reducing the period from sowing to germination and increasing the rate of plant growth. In the variants of the experiment with the seeds inoculation with an aqueous solution of amber acid, germination was observed 2 days earlier, on the 4th day, than in the other variants (on the 6th day) without the effect of the growth regulator on the seeds. The influence of succinic acid and succinates of some salts on pea planting material was considered. As a result of observations, it was revealed that the addition of solutions had a positive effect on the development of cuttings and did not have a toxic effect, which indicates the possibility of further use of these solutions and complexes.

References

[1] E. N. Gushchina, L. D. Shamanskaya. Use of succinic acid as a growth stimulator in growing sea buckthorn seedlings. Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. – 2009. – No. 7. – P. 12–14

[2] Kirienko M.A. The influence of growth stimulants on seed germination and survival of seedlings of the main forest-forming species, Vestnik KrasSAU. Krasnoyarsk, 2014. № 12. Pp. 134–140.

[3] Evglevsky A. A., Ryzhkova G. F. Evglevskaya E. P., Vanina N. V., Mikhailova I. I., Denisova A. V., Eryzhenskaya N. F. Biological role and metabolic activity of succinic acid // Bulletin of Kursk State Agricultural Academy, 2013. № 9. Pp. 67–69.

[4] Abbasov V.M., Asadova R.A., Ismayilov T.A., Ismayilov I.T. Checking the physical-chemical properties of the solutions of complex xompounds and salts of natural petroleum acids and the effect on the seeds of tobacco plants. PPOR. 2019. Vol. 20. N 3. Pp. 212-222

[5] Abbasov V.M., Ismayilov I.T., Asadova R.A., Allahverdiyev E.I., Nabiyev R.J. Study of the effect of organic acids salts on the germination of tomato seeds and the formation of green biomass in seedlings. PPOR. 2021. Vol. 22. N 1. Pp. 117-125

[6] Asadova R. A., Plant growth stimulants based on organic acids. Proceedings of Azerbaijan high technical educational Institutions 2022. Vol. 24. N 4. Pp. 138-145

[7] Asadova, R., & Farzalizade, S. (2023). New plant stimulators on the basis of organic acids. In Towards Sustainable Chemistry and Chemical Engineering: Innovations for Building a Better World – The 4th International Student Research and Science Conference (pp. 398–399). Baku, Azerbaijan.

[8] Rana A. Asadova, Vagif M. Abbasov, Elmar İ.Allahverdiyeva, Guljamal G.Gurbanova. Study of the effect of synthesized compounds on the bases of organic acids on plant seeds. PPOR Vol. 21. No.1, 2020, Pp. 155-167

[9] Колупаев Ю. Е., Ястреб Т.О. Стресс-протекторные эффекты салициловой кислоты и ее структурных аналогов. Физиология и биохимия культурных растений. 2013. Т. 45, № 2. С. 113–126.

[10] Koo Y.M., Heo A.Y., Choi H.W. Salicylic acid as a safe plant protector and growth regulator. Plant Pathology Journal. 2020. Vol. 36(1). P. 1–10. DOI: 10.5423/PPJ.RW.12.2019.0295.

[11] Yakunina A.V., Sinitsina Yu.V. The effects of different concentrations of salicylic and succinic acids on the germination and morphometric parameters of oat Avena sativa L. and wheat Triticum durum L. Sib. Fed. Univ. Biol. 2023. 16(1). P. 54–63. EDN: NVSQPN.

[12] Buntsevich L.L., Besedina E.N., Kostyuk M.A., Study of the drug L-1, succinic acid and its salt as growth stimulants for plant explants in vitro. Technologies of food and processing industry AIC - healthy food products, No. 4, 2015

[13] A. A. Zmushko, T. A. Krasinskaya. Application of succinic acid in plant growing. RUP "Institute of Fruit Growing", Fruit growing. Vol. 31. 2019, Pp 288-292

Ekoloji cəhətdən təmiz bitki böyümə stimulyatorlarının sintezi

[1]Vagif Abbsov Maqqeram, [2]Rena Asadova Ahad, [3]Rena Bagirzade Zakir, [4]Aynur Farzaliyeva Hadji, [5]Məmmədova Rüfanə Rustabil

[1,2,3,4,5]Ministry of Science and Education Institute of Petrochemical Processes, Department of "Development of technologies for obtaining biologically active, synthetic and natural substances", Baku, Azerbaijan

[1]Director of the Institute of Petrochemical Processes, Academician of the National Academy of Sciences, http://orcid.org0009-0003-9270-6624, nkpi@nkpi.az

[2,3,4] Acting Senior Research Fellow of the Institute,
http://orcid.org 0009-0006-2645-3931, r.asadova88@mail.ru,
http://orcid.org /0009-0007-1783-7658 renabagira@gmail.com,
aynur310577@gmail.com,

[5]Researcher, rufana.mammadova.991@gmail.com

XÜLASƏ

Biostimulyatorlar kənd təsərrüfatının dayanıqlı inkişafına töhfə verir, gübrələr və pestisidlər kimi sintetik materiallardan asılılığı azaldır. Bitkilər üçün biostimulyatorların əsas üstünlüklərindən biri qida maddələrinin mənimsənilməsini yaxşılaşdırmaq qabiliyyətidir. İşimizdə biostimulyator kimi suksin turşusu və onun duzları təqdim olunur. Bu birləşmələr toxumların cücərmə qabiliyyətini və bitkilərin yaşama gücünü artırmaqda mühüm rol oynayır, bitkilərin immun sistemini gücləndirir, onları əlverişsiz şəraitə və stress amillərinə qarşı daha dayanıqlı edir, çiçəklənmə və meyvəvermə proseslərini sürətləndirir, məhsuldarlığı artırır və ekoloji cəhətdən təmiz məhsulların istehsalına kömək edir.

Kəhraba turşusu yüksək enerjili proseslərdə iştirak edən və bitkilərdə metabolik fəaliyyətin tənzimlənməsində mühüm rol oynayan, bitkilərin enerji mübadiləsini yeni stasionar vəziyyətə keçirərək metabolik proseslərin daha intensiv şəkildə həyata keçməsini təmin edir.

Bu məqsədlə Neftkimya Prosesləri İnstitutunda sukkin turşusunun duzları və kompleksləri sintez edilmişdir. Maddənin struktur tərkibi spektral analitik metodlarla tədqiq olunmuşdur. İnfraqırmızı (İK) spektrləri «ALPHA IR Furye» spektrometrində 400–4000 sm^{-1} dalğa aralığında çəkilmişdir və bu cihaz Almaniyanın BRUKER şirkəti tərəfindən istehsal edilmişdir. Həmçinin bu duzların fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri öyrənilmişdir.

Təcrübələr laboratoriya şəraitində aparılıb və hazırlanmış natrium, kalium və trietanolamin məhlulları bitki böyüməsinin tənzimləyicisi kimi ən yaxşı nəticələri göstərib. Sintez edilmiş birləşmələrin sulu məhlulları 1%, 0.01%, 0.001 və 0.0001% konsentrasiyalarla hazırlanmış və noxud toxumları üzərində tədqiqatlar aparılmışdır.

Nəzarət olaraq, toxumlar distillə suyunda və hazlrlanmış məhlullarda 24 saat saxlandıqdan sonra, çıxarılaraq digər Petri qablarına köçürülür.
Kəhraba turşusu, natrium, kalium və TEA (trietanolamin) komplekslərinin sulu məhlullarının noxud bitkilərinin cücərməsinə təsirini araşdıran tədqiqatlar göstərir ki, bu məhlullardan istifadə bitkilərin inkişafını stimullaşdırır. Tədqiqatların nəticələrinə görə, 0.001% və 0.0001% konsentrasiyalarla hazırlanmış məhlulların tətbiqi noxudun cücərmə müddətini qısaldır və onun böyüməsini sürətləndirir. Bu məhlullar həmçinin bitkilərin bioloji aktivliyini artırır, kök inkişafını sürətləndirir və ümumilikdə bitkilərin immun sistemini yaxşılaşdırır.
Bitkilərin böyüməsinə, məhsuldarlığa, davamlılığa və ərzaq təhlükəsizliyinə dərin təsir göstərdiyi üçün biostimulyatorlar kənd təsərrüfatı məhsuldarlığının yeni dövrünü açmağın açarıdır.

Açar sözlər: kəhraba turşusu, duzların sintezi, bitki böy stimulyatorları, trietanolamin kompleksləri, toxumların cücərməsi.

Синтез экологически чистых стимуляторов роста растений

[1]Vagif Abbasov Maqqeram , [2]Rena Asadova Ahad, [3]Rena Bagirzade Zakir, [4]Aynur Farzaliyeva Hadji, [5]Məmmədova Rüfanə Rustabil
[1,2,3,4,5]Ministry of Science and Education Institute of Petrochemical Processes, Department of "Development of technologies for obtaining biologically active, synthetic and natural substances", Baku, Azerbaijan
[1]Director of the Institute of Petrochemical Processes, Academician of the National Academy of Sciences, http://orcid.org0009-0003-9270-6624, nkpi@nkpi.az
[2,3,4] Acting Senior Research Fellow of the Institute,
http://orcid.org 0009-0006-2645-3931, r.asadova88@mail.ru,
http://orcid.org /0009-0007-1783-7658 renabagira@gmail.com,
aynur310577@gmail.com,
[5]Researcher, rufana.mammadova.991@gmail.com

АННОТАЦИЯ
Биостимуляторы способствуют устойчивому развитию сельского хозяйства, снижая зависимость от синтетических материалов, таких как удобрения и пестициды. Одним из отличительных преимуществ биостимуляторов для растений является их способность улучшать усвоение питательных веществ. В нашей работе в качестве биостимулятора представлена янтарная кислота и ее соли. Эти соединения играют важную роль в улучшении всхожести семян и жизнеспособности растений, помогают укрепить иммунную систему растения, повышают его устойчивость к неблагоприятным условиям и стрессам, а также ускоряют процессы цветения и плодоношения, увеличивают урожайность и способствуют производству экологически чистых культур.
Использование янтарной кислоты в небольших дозах (10 мг/л) переводит энергетический обмен растений в новое стационарное состояние, при котором метаболические процессы протекают более интенсивно.
Для этой цели в Институте нефтехимических процессов были синтезированы соли и комплексы янтарной кислоты. Структурный состав вещества исследованы с помощью спектральных аналитических методов. ИК-спектры сняты на спектрометре «ALPHA IR Furye», в диапазоне волн 400–4000 $см^{-1}$, произведенный немецкой фирмой BRUKER. Были

также изучены физико-химические свойства этих солей.
Эксперименты проводились в лабораторных условиях, и приготовленные растворы натрия, калия и триэтаноламина показали наилучшие результаты в качестве регуляторов роста растений. Были приготовлены водные растворы синтезированных соединений с концентрациями 1%, 0.01%, 0.001 и 0.0001%, и проведены исследования на семенах гороха. В качестве контрольного варианта семена были оставлены в дистиллированной воде и приготовленных растворах на 24 часа, после чего извлечены и перенесены в другие чашки Петри.
Использование небольших доз (0.001 % и 0.0001 %) водных растворов солей янтарной кислоты смещают энергетический обмен растений в новое устойчивое состояние, при котором протекают метаболические процессы.
Исследования, изучающие влияние водных растворов комплексов янтарной кислоты, натрия, калия и ТЕА (триэтаноламина) на прорастание растений гороха, показывают, что использование этих растворов стимулирует развитие растений. Согласно результатам исследований, применение растворов, приготовленных при концентрациях 0.001% и 0.0001%, сокращает время прорастания гороха, ускоряет его рост. Эти растворы также влияют на повышение биологической активности растений, ускоряют развитие корневой и улучшают иммунную системы растений в целом.
Благодаря своему глубокому влиянию на рост растений, урожайность, устойчивость и продовольственную безопасность биостимуляторы являются ключом к открытию новой эры производительности сельского хозяйства.

Ключевые слова: янтарная кислота, синтез солей, регуляторы роста растений, комплексы триэтаноламина, прорастание семян.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0909

QAN LAXTALANMASINI AZALDAN QİDA NÖVLƏRİ

Zaur Ağamalıyev[1], Vüsalə Süleymanova[2], Təranə Ağayeva[3]

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti "Kimya texnologiya fakültəsi"

[1] Texnika elmləri doktoru, dosent, http://orcid.org/0000-0003-2866-1401, zaur.agamaliyev.z@asoiu.edu.az
[2] Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, http://orcid.org/0009-0005-9189-9588, suleymanovavusale78@gmail.com
[3] Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, http://orcid.org/0009-0001-0329-5137, terane.agayeva.s@asoiu.edu.az

XÜLASƏ

Qan laxtalanması, orqanizmin zədələnmələr zamanı qan axınını dayandırmaq məqsədi ilə başladığı bir fizioloji prosesdir, lakin bu prosesin artması sağlamlıq üçün risk yarada bilər. Xüsusilə, koronavirus infeksiyası kimi xəstəliklərdə tromblaşma riski ölüm hallarına səbəb ola bilər. Qan laxtalanmasını artıran bir sıra faktorlar vardır, bunlar arasında yüksək xolesterol, siqaret çəkmək, piylənmə və hormonal dəyişikliklər yer alır. Qan laxtalanmasının qarşısını almaq üçün bəzi qidalar, məsələn, Omega-3 yağ turşuları ilə zəngin balıq və qoz, zeytun yağı, sarımsaq, yaşıl çay və tərəvəzlər istifadə edilə bilər. Bu qidalar qan dövranını yaxşılaşdırır və laxtalanma riskini azaldır. Lakin, qidaların istifadəsi yalnız həkim tövsiyəsi ilə və fərdi ehtiyaclara uyğun şəkildə olmalıdır. Qeyd etməl lazımdır ki, qan laxtalanmasını azaldan qidalar profilaktik olaraq istifadə edildikdə, insult və tromboz risklərini azaldır.

Açar sözlər: *müdafiə reaksiyaları, tromboz, omega-3 yağ turşuları, homosistein, Kayen bibəri.*

GİRİŞ

İnsan orqanizmi müxtəlif təhlükəli vəziyyətlərə qarşı müdafiə reaksiyalarına malikdir. Bu müdafiə mexanizmlərindən biri də qan sisteminin cavab reaksiyasıdır. Bu reaksiya, qan damarlarının divarlarına trombositlərin yapışması (adheziya) və aqreqasiyası (toplanması) yolu ilə qan itkisinin qarşısını alır və sonra tromblaşma (laxta formalaşması) ilə nəticələnən koaqulyasiya (laxtalanma) prosesini həyata keçirir. Yəni, tromblaşma prosesində əsas rol oynayan hüceyrələr trombositlərdir. Qanda tromboz və ya tromblaşma, qan damarlarının içində qan laxtalarının (trombların) yaranması prosesidir. Bu proses qanın sərbəst hərəkətini məhdudlaşdırır və həm qoruyucu, həm də patoloji ola bilər. Qoruyucu funksiya olaraq tromboz qanaxmanın qarşısını alır, amma patoloji halda müxtəlif xəstəliklərin inkişafını çətinləşdirə bilər və bəzən həyat üçün təhlükəli ola bilər. Tromblaşma üç əsas faktora əsaslanır: qanın tərkibi (hiperkoaqulyasiya və ya trombofiliya kimi qan dəyişiklikləri), damar divarının zədələnməsi (endotel hüceyrələrinin zədələnməsi), və qan axınının xarakteri (staz və ya turbulentlik). Əgər qanın laxtalanma qabiliyyəti hər hansı bir səbəbdən artırsa, tromblaşma və ya tromboz riski yüksələ bilər. Tromb, qan-damar sistemində qanın hərəkətini məhdudlaşdıraraq toxumaların qanla təmin olunmasına maneə törədə bilər. Bəzən qan laxtaları damar divarından ayrılaraq qan dövranına daxil olur, həyati orqanlara – ürək və ağciyərlərə təhlükə yaradır. Bu hal emboliya adlanır. Bu səbəbdən tibbdə tromblaşmanın həddindən artıq artmasının qarşısını almaq üçün müxtəlif fəaliyyət mexanizmlərinə malik preparatlar, yəni antiaqreqantlar və antikoaqulyantlar istifadə olunur. Lakin, bu dərmanlar yalnız xüsusi tibbi göstərişlər olduqda tətbiq oluna bilər. Lakin biz sağlam qidalanaraq, müəyyən bitki

tərkibli pəhrizlərlə qan laxtalanmasını azaltmağa və tromboz riskini minimuma endirməyə nail ola bilərik.Bu qidalar profilaktik olaraq istifadə edildikdə, qan laxtalanması və insult riskini azaltmağa kömək edir. Lakin, bu məhsulların istifadəsi zamanı doğru miqdarların seçilməsi və fərdi xüsusiyyətlərin nəzərə alınması önəmlidir. Zəncəfil, kayen bibəri, omega-3 yağ turşuları ilə zəngin qidalar, sarımsaq, darçın, qırmızı kələm, su, moruq, soğan, pomidor, sarıkök, cücərmiş buğda, nar, sitrus meyvələri və bal kimi qidalar bu qrupa daxildir. Bu tədqiqatın əsas məqsədi, tromblaşmanın həddindən çox artmasının qarşısını almaq və müalicə etmək üçün tətbiq olunan qida məhsullarını araşdırmaqdır.

Tədqiqat

Qan, insanın damar sistemi boyunca təzyiq altında hərəkət edir. Damar divarındakı təzyiq fərqi, damar divarında meydana gələn bir zədə nəticəsində qan itkisinin sürətlə və geniş şəkildə baş verməsinə səbəb ola bilər. Hemostatik (qan laxtalanma) sistemi, damar zədələnmələrini sürətlə bağlamaq və qanaxmanı minimuma endirmək üçün təkamül etmişdir. Bu sistemin müxtəlif komponentləri, zədələnməyə tez və güclü şəkildə cavab verə bilmək üçün son dərəcə vacibdir və arteriya və venoz trombozunun patoloji proseslərində iştirak edir ki, bu da geniş miqyasda ölüm və xəstəlik hallarına yol açır.

Trombositlər, qan laxtalanması prosesində mühüm rol oynayır. Onlar damarların divarlarına yapışaraq qanaxmanın qarşısını alır, lakin bəzən müxtəlif amillərdən dolayı qeyri-adi qan laxtalanmasına da səbəb ola bilərlər. Qan laxtalanması, zədələnmə halında qanaxmanın qarşısını alan mürəkkəb bir fizioloji proses olsa da, müəyyən faktorlar bu prosesi artıraraq sağlamlıq üçün ciddi təhlükələr yarada bilər. Tədqiqatlar göstərir ki, bir çox amil qan laxtalanmasının artmasına səbəb olur.

Yediklərimiz damarlarımızda yağların yığılmasına və bunun nəticəsində damarların tıxanmasına səbəb olaraq qan laxtalanmasına gətirib çıxara bilər. Yüksək xolesterol, artıq çəki və siqaret kimi amillər qan laxtalanması ehtimalını artırır. Şirin qazlı içkilər, hazır şirələr, alkoqol və duzlu içkilər qanı qatılaşdıraraq laxtalanma prosesini gücləndirir. Yağlı və duzlu yeməklər qan laxtalanması riskini yüksəldə bilər. Yaş faktoru ilə də qan laxtalanma riski artır, xüsusilə yaşlı insanlar daha çox risk altındadır. Piylənmə, yəni artıq çəki qan laxtalanmasının riskini yüksəldir. Siqaret çəkmək qan damarlarına zərər verərək laxtalanma ehtimalını artırır. Müəyyən xəstəliklər də bu riski artırır: xərçəng, otoimmün xəstəliklər, ürəyin işemik xəstəlikləri və iltihablar qan laxtalanmasının yaranmasına səbəb ola bilər. Cərrahiyyə əməliyyatları və travmalar ,hormonal dəyişikliklər, məsələn, hamiləlik, doğuş və ya doğum nəzarəti vasitələrindən istifadə, qan laxtalanmasına təsir göstərə bilər. Bəzi dərmanlar, o cümlədən doğum nəzarət həbləri, hormon əvəzedici müalicə və xərçəngə qarşı istifadə olunan dərmanlar qan laxtalanmasını yüksəldə bilər. Bəzi irsi və ya qazanılmış qan xəstəlikləri, məsələn, Faktor V Leijen mutasiyası və ya antiphospholipid sindromu, qan laxtalanmasının yaranmasına səbəb ola bilər. Xroniki xəstəliklər də bu riski artırır. Məsələn, diabet qan damarlarını zədələyə bilər, bu da qan laxtalanma riskini artırır. Ürək-damar xəstəlikləri, xüsusən ateroskleroz, damar divarlarında plak yığılmasına səbəb olaraq qan axını məhdudlaşdırır və bu da qan laxtalanma ehtimalını artırır. Koronavirus infeksiyası isə tromblaşma riskini artıraraq ölüm hallarına yol açа bilər.Tədqiqatlar zamanı da məhz bu riskləri azaltmaq üçün hansı qidalardan və pəhrizlərdən istifadə edə biləcəyimizi araşdırdıq.

Bəzi qidalar təbii olaraq qandurulducu xüsusiyyətlərə malikdir və bu qidaların düzgün istifadəsi, qan laxtalanmasının qarşısını alaraq tromboz təhlükəsinin azalmasına kömək edə bilər.

Qan laxtalarının meydana gəlməsi bəzən həyati risklərə, məsələn, insult və ya ürək-damar xəstəlikləri kimi ciddi fəsadlara səbəb ola bilər. Bu səbəbdən, qandurulducu qidaların istifadəsi, xüsusilə profilaktik məqsədlərlə, çox əhəmiyyətlidir. Bu cür qidalar yalnız qan laxtalanmasının qarşısını almağa deyil, həm də ürək və damar sağlamlığını qorumağa da xidmət edir.Qan laxtalarının yaranmasının qarşısını almaq üçün qandurulducu xüsusiyyətlərə malik olan bir neçə qida növü var. Bu qidalar, qan dövranını yaxşılaşdırır, damarların elastikliyini artırır və laxtaların yaranmasının qarşısını alır. Amma bu qidaların istifadəsində diqqətli olmaq lazımdır; çünki artıq istifadə edildikdə, bu qidalar qan axışını çox da azalda bilər, bu da başqa sağlamlıq problemlərinə səbəb ola bilər. Buna görə də, hər zaman bu məhsulları müvafiq miqdarda və diqqətlə istifadə etmək vacibdir.

Tədqiqat zamanı qan laxtalanmasını azaldan və tromboz riskini minimuma endirən qidalardan bəziləri araşdırılmışdır. Bu məhsulların hər biri öz tərkibindəki faydalı maddələrlə qan dövranını yaxşılaşdırır və qanın daha duru olmasını təmin edir. Ancaq unutmaq olmaz ki, bu məhsulların istifadəsi, hər bir fərdin öz bədən quruluşuna, sağlamlıq vəziyyətinə və digər müalicə göstərişlərinə uyğun olmalıdır. Məsələn, bəzi insanların bu qidalara qarşı allergiyası və ya xüsusi əks göstərişləri ola bilər. Buna görə də, qandurulducu məhsullardan istifadə etməzdən əvvəl, xüsusən də hər hansı bir xəstəliyi olan şəxslər və ya müəyyən dərmanlardan istifadə edənlər həkim məsləhəti almalıdırlar.

Zəncəfil - qan viskozitesini azaldaraq qan dövranını tənzimləmək qabiliyyəti böyük əhəmiyyətə malikdir. Zəncəfildən alınan gingerol maddəsi, omega-3 və omega-6 yağ turşuları ilə birlikdə qan laxtalanmasının qarşısını almağa kömək edir. Gingerol, damarlar arasında yığılan xolesterin miqdarını azaldır və, omega-3 və omega-6 yağ turşuları ilə birgə, trombositlərin bir-birinə yapışmasını əngəlləyən xüsusi fermentlərin istehsalını stimullaşdırır. Bu proses, trombositlərin damar divarlarına yapışmasını çətinləşdirir və beləliklə, qan laxtalarının yaranmasını əngəlləyir.

Eyni zamanda, zəncəfil damarlarındakı xolesterin səviyyəsini aşağı salaraq qanının viskozitesini azaldır və qan axınına müsbət təsir göstərir. Bu da orqanizmin hər bir hüceyrəsinə lazımi miqdarda oksigen və qida maddələrinin çatdırılmasına kömək edir.

Kayen bibəri - təbii və güclü qandurulducu xüsusiyyətləri ilə tanınır. Bu bibər, tərkibində olan salisilat sayəsində qan dövranını yaxşılaşdırır və qan təzyiqini aşağı salır. Kayen bibərinin gündəlik qidaya əlavə edilməsi qan dövranının yaxşılaşmasına və damarların sağlamlığının qorunmasına kömək edə bilər.

Omega-3 ilə zəngin qidalar - Omega-3 yağ turşuları qan axınını yaxşılaşdırır, qan təzyiqini normallaşdırır və damarların elastikliyini artırır. Bu turşular, "yaxşı xolesterolun" yəni yüksək sıxlıqlı lipoproteinin (HDL) səviyyəsini artırır və homosistein konsentrasiyasını aşağı salır. Homosistein, damar divarlarına zərər verərək trombların yaranmasına səbəb olur. Omega-3 yağ turşuları ilə zəngin qidalar arasında somon, sardina, tuna kimi balıqlar, çia toxumları, qoz və kətan toxumu yer alır.Omega-3 yağ turşuları, qan laxtalanmasını azaltma qabiliyyətinə malik bir qida maddəsidir. Bu təsir bir neçə mexanizm vasitəsilə baş verir:

Trombositlərin yapışma qabiliyyətinin azalması - Omega-3 yağ turşuları, trombositlərin bir-birinə yapışma qabiliyyətini azaldır. Bu, trombositlərin zədələnmiş damar divarlarına yapışmasını çətinləşdirərək laxtaların yaranmasını önləyir.

Homosistein səviyyəsinin azaldılması - Omega-3, homosistein adlı aminturşusunun səviyyəsini aşağı salır. Homosistein, qan damarlarının daxili divarlarına zərər verə bilən bir maddədir və onun yüksək səviyyəsi trombların artmasına səbəb ola bilər.

İltihabın azaldılması - Omega-3 yağ turşuları xroniki iltihabı azaldır, bu da damar sağlamlığını qorumağa kömək edir. İltihabın azalması, qan damarlarının daha sağlam və elastik olmasına səbəb olur, bu da laxtalanma riskini azaldır.

Xolesterolun tənzimlənməsi - Omega-3 yağ turşuları "yaxşı xolesterolun" (HDL- yüksək sıxlıqlı lipoproteinin) səviyyəsini artırır və "pis xolesterolun" (LDL-ağırlaşdırılmış lipoprotein) səviyyəsini azaldır. Bu, damarların sağlamlığını yaxşılaşdırır və laxta yaranma riskini azaldır.

Qan axınının yaxşılaşdırılması - Omega-3 yağ turşuları qan dövranını yaxşılaşdırır və qan təzyiqini normallaşdırır, bununla da damarlar üzərindəki təzyiqi azaldaraq qan laxtalarının yaranma riskini əngəlləyir.

Bu səbəblərə görə, omega-3 yağ turşularının müntəzəm istehlakı qan laxtalanması riskini azaltmağa kömək edə bilər. Yağlı balıq, qoz, kətan toxumu və zeytun yağı kimi omega-3 ilə zəngin qidaların rasiona daxil edilməsi tövsiyə olunur.

Sarımsaq - güclü antioksidan və iltihab əleyhinə təsir göstərən bir qidadır. Sarımsağın qandurulducu xüsusiyyətləri o qədər güclüdür ki, bəzi dərmanlarla birgə istifadə oluna bilər. Sarımsaq, həmçinin damarları qoruyur və qan dövranını yaxşılaşdırır. Sarımsaq uzun müddətdir ki, sağlamlıq faydaları ilə tanınır, o cümlədən antitrombotik xüsusiyyətləri ilə. Hər gün təzə sarımsaq dişi istehlakını əhatə edən bir araşdırma, serum tromboksan B2 səviyyələrində, yəni trombosit yığılımının göstəricisi olan bir markerdə, təxminən 80%-lik əhəmiyyətli bir azalma göstərdi. Bu, sarımsağın müntəzəm istehlak edildikdə tromboz riskini effektiv şəkildə azalda biləcəyini göstərir.

Qırmızı kələm - bir tərəvəz kimi kalium, C və B qrupu vitaminləri ilə zəngindir. Bu kələm növü, qanın keyfiyyətini yaxşılaşdırır və qan laxtalanmasının qarşısını alır.

Bütün növ kələmlər qaraciyər üçün faydalı olsa da, qırmızı kələmin tərkibi kanserogen maddələrin təsirini azaldan fitokimyəvi birləşmələr (glukozinolatlar), Flavonoidlər (quercetin və antosiyaninlər, minerallar (K,Mg,Ca) kimi faydalı maddələrlə daha zəngin olduğu üçün qaraciyərə faydalıdır və orqanizmin təmizlənməsinə kömək edir və qan laxtalanmasının qarşısını almaqda daha effektivdir.

Su - Əgər bədəndə su çatışmazlığı varsa, qanınız daha qatı olacaq, həmçinin damarlar daralacaq. Nəticədə, bu vəziyyət ümumi qan dövranının zəifləməsinə səbəb olacaq.Yaxşı su qəbul etmək, bədənin aktiv qalması və digər sağlam həyat tərzi vərdişləri, qan laxtalarının yaranma riskini azaldacaq. Bədənimizin 90%-i sudan ibarət olduğu üçün, orqanizmin düzgün işləməsi və qan dövranının sağlam qalması üçün kifayət qədər su içmək çox vacibdir. Sağlam bir insanın gündəlik su istehlakı norması isə hər bir kiloqram bədən çəkisi üçün 30 ml-dir.

Moruq - tərkibindəki təbii maddələr sayəsində orqanizmi gücləndirir və qan dövranını yaxşılaşdırır. Moruqda olan maddələr, aspirin tərkibindəki maddələrə bənzəyir və qan laxtalanmasının qarşısını alır.

Soğan - qan laxtalarının miqdarını azaldır və mövcud olan trombların aradan qaldırılmasına kömək edir. Həm çiy, həm də bişmiş soğan qandurulducu xüsusiyyətlərə malikdir.

Pomidor – tərkibində olan likopen, xolesterin səviyyəsini azaldır, rutin isə qan damarlarının divarlarını gücləndirir. Pomidorun müntəzəm istehlakı damar sağlamlığını qorumağa kömək edir. su ilə həll olunan bir pomidor ekstraktı, pəhriz antitrombosit maddəsi olaraq müəyyən edilmişdir. Təsadüfi nəzarətli bir araşdırmada, Fruitflow-nun trombosit funksiyasını və tromboksan A2 istehsalını azaldaraq, ilkin hemostatik laxtanın yaranma vaxtını uzatdığı göstərilmişdir. Araşdırma, Fruitflow-nun təsirlərinin gündəlik aspirinin təxminən üçdə bir qədər təsirli olduğunu, lakin laxtalanma vaxtının çox uzanmasının riskini azaldan geri dönən bir təsirə malik olduğunu

tapdı.

Sarıkök - tərkibindəki kumarin maddəsi ilə qan dövranını yaxşılaşdırır və tromblaşmanın qarşısını alır. Darçın kimi, sarıkök də qandurulducu xüsusiyyətə malikdir.

Cücərmiş buğda - yaşlanmanın qarşısını almaqla yanaşı, əla qandurulducudur. Onu salatlara əlavə edərək istifadə etmək olar.

Nar - tərkibindəki antioksidantlar və kalium ilə qan damarlarını qoruyur və elastikliyini artırır. Narı müntəzəm istifadə etmək, damar sağlamlığını yaxşılaşdırmağa kömək edir.

Sitrus meyvələri - C vitamini ilə zəngin olan sitrus meyvələri, qan laxtalanmasının qarşısını almağa kömək edir. Limon, xüsusilə qandurulucu xüsusiyyətləri ilə tanınır və adi halda ya təzə, ya da çaya əlavə edilərək istifadə edilə bilər. Naringi şirəsi, xüsusilə flavonoidlər baxımından zəngin olanlar, bütöv qanının prokoaqulyant fəaliyyətini azaltmağa kömək etdiyi göstərilmişdir. Sağlam könüllülər üzərində aparılan bir araşdırma, həm qırmızı, həm də sarı naringi şirəsinin laxtalanma vaxtlarını uzatdığını və toxuma faktor yolu inhibitörü (TFPI) səviyyələrini artırdığını tapdı ki, bu da qan laxtalanmasının tənzimlənməsinə kömək edir.

Bal - müxtəlif faydalı xüsusiyyətləri ilə yanaşı, qandurulducu təsirə malikdir və qanı yaxşılaşdırır. Onun müntəzəm istifadəsi orqanizmin sağlamlığını dəstəkləyir.

Xurma - tərkibindəki flavonoidlər sayəsində xurma, qanı duruldur, xolesterini azaldır və damarların divarlarını gücləndirir. Xurma, həmçinin laxtaların yaranmasının qarşısını alır.

Bu məhsulların istifadəsi qan laxtalanmasını azaldaraq damar sağlamlığını qorumağa kömək edir, lakin miqdarına diqqət etmək və fərdi əks göstərişləri nəzərə almaq vacibdir.

Nəticə

Nəticə olaraq, qan laxtalanması bədənin müdafiə mexanizmi kimi mühüm rol oynasa da, həddindən artıq tromboz riski sağlamlıq üçün ciddi təhlükələr yarada bilər. Qan laxtalarının yaranması, insult, ürək-damar xəstəlikləri və emboliya kimi fəsadlara səbəb ola bilər. Bunun qarşısını almaq üçün düzgün qidalanma və qandurulducu xüsusiyyətə malik qidaların müntəzəm istifadəsi çox önəmlidir. Zəncəfil, kayen bibəri, sarımsaq, omega-3 yağ turşuları ilə zəngin qidalar, nar, pomidor, moruq və digər təbii məhsullar qan laxtalanmasını azaldaraq damar sağlamlığını qorumağa kömək edir. Lakin bu qidaların istifadəsində ölçüyə diqqət edilməli və hər hansı bir sağlamlıq problemi olan şəxslər həkim məsləhəti almalıdırlar. Bu yanaşma ilə qan laxtalanmasının qarşısını almaq və tromboz riskini azaltmaq mümkündür.

Ədəbiyyat

1. Amirli, F.A., Aghamaliyev, Z.Z., Abdullayeva, I.G., Pashayeva, Z.N.&Aghamaliyeva, D.B. (2024). The role of nutrition in ensuring healthy living. *Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions,* 2(148), 629-638. DOI: 10.32010/mpmc2024.085
2. Ağamalıyev, Z.Z., Abdullayeva, İ.Q. (2024). Müasir insanın qida pəhrizi və çatışmamazlıqlar. International Conference dedicated to the 60th anniversary of the establishment of the Department of Technology of organic substances and high-molecular compounds. “Modern problems of macromolecular compound technology”. 25-26 Aprel 2024, p.151.
3. Abbasov V.M., Əmirli F.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Z.V., Quliyeva N.R. (2023). Qida kimyası. Dərslik. Bakı: Elm, 260 s.
4. Rosendaal, F. R., & Doggen, C. J. (2005). The molecular basis of thrombosis and the role of genetic and acquired risk factors. *Current Opinion in Hematology,* 12(5), 437-

441.
5. Bremme, K., & Strand, M. (2008). Fibrinolysis and thrombin generation in cardiovascular disease: the role of food and nutrition. *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, 6(6), 1094-1100.
6. Hussain, M. R., & Alzahrani, H. S. (2019). Influence of nutrition on the prevention of thrombosis and cardiovascular diseases: Evidence and mechanisms. *Food & Function*, 10(5), 2772-2788.
7. Zhang, Y., & Liao, M. (2017). Role of omega-3 fatty acids in the regulation of platelet function and thrombosis. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1049, 423-435.
8. Matsumoto, A., & Matsumoto, T. (2014). Effects of garlic on platelet aggregation and blood coagulation: A review of the literature. *International Journal of Molecular Sciences*, 15(6), 10043-10059.
9. Spencer, J.P., & Jenner, P. (2006). Natural antioxidants in health and disease. *In Antioxidants in Human Health and Disease* (pp. 149-179). Springer, New York, NY.
10. Haque, M.S., & Ali, S.I. (2020). The role of ginger (Zingiber officinale) in cardiovascular health: A review of its medicinal properties. *Frontiers in Pharmacology*, 11, 592-602.
11. Liu, S., & Zong, X. (2019). The impact of high cholesterol on the pathogenesis of thrombotic diseases. *Lipids in Health and Disease*, 18(1), 158-165.
12. Nagano, N., & Sakamoto, S. (2015). The effects of green tea polyphenols on the prevention of thrombosis. *European Journal of Clinical Nutrition*, 69(1), 1-8.
13. Smith, M., & Rees, D. (2008). Dietary interventions for the prevention and treatment of cardiovascular diseases and thrombosis. *Nutrition Reviews*, 66(6), 310-320.
14. Kuo, C.H., & Chou, C.K. (2018). The role of citrus fruits in thrombosis prevention. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 64(1), 1-6.
15. Ghosh, A., & Thomas, P. (2017). Role of Omega-3 fatty acids in the prevention of cardiovascular diseases and thrombosis. *Current Opinion in Lipidology*, 28(2), 159-167.
16. Vaziri, N.D., & Williams, A.R. (2015). Effects of obesity and overweight on blood coagulation. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 308(9), H1083-H1092.
17. Rong, J., & Chang, Y. (2018). Role of nutritional factors in blood clotting and thrombosis. *Nutrients*, 10(11), 1557-1566.
18. González, S., & Martínez, M. A. (2016). The effects of diet and natural products on thrombosis prevention. *Natural Product Research*, 30(12), 1394-1400.

Types of Foods that Reduce Blood Clotting

Zaur Aghamalıyev[1], Vusala Suleymanova[2], Tarana Aghayeva[3]
Department of Chemical Technology, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku
[1] Doctor of Technical Sciences, Associate professor, http://orcid.org/0000-0003-2866-1401, zaur.agamaliyev.z@asoiu.edu.az
[2] PhD in biological sciences, http://orcid.org/0009-0005-9189-9588, suleymanovavusale78@gmail.com
[3] PhD in biological sciences, http://orcid.org/0009-0001-0329-5137, terane.agayeva.s@asoiu.edu.az

ABSTRACT
Blood clotting is a physiological process initiated by the body to stop blood flow during injuries, but an increase in this process can pose health risks. Specifically, in diseases such as the coronavirus infection, the risk of thrombosis can lead to fatal outcomes. There are several factors that increase blood clotting, including high cholesterol, smoking, obesity, and hormonal changes. To prevent blood clotting, certain foods, such as fish and nuts rich in Omega-3 fatty acids, olive oil, garlic, green tea, and vegetables, can be consumed. These foods improve circulation and reduce the risk of clotting. However, the consumption of these foods should be based on a doctor's recommendation and tailored to individual needs. When used prophylactically, foods that reduce blood clotting can decrease the risks of stroke and thrombosis.
Keywords: defense responses, thrombosis, omega-3 fatty acids, homocysteine, Cayenne pepper.

Виды продуктов, снижающих свертываемость крови

Заур Агамалиев[1], Вусала Сулейманова[2], Теране Агаева[3]
Кафедра химических технологий, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку
[1] Доктор технических наук, доцент, http://orcid.org/0000-0003-2866-1401, zaur.agamaliyev.z@asoiu.edu.az
[2] Кандидат биологических наук, http://orcid.org/0009-0005-9189-9588, suleymanovavusale78@gmail.com
[3] Кандидат биологических наук, http://orcid.org/0009-0001-0329-5137, terane.agayeva.s@asoiu.edu.az

АННОТАЦИЯ
Свертывание крови — это физиологический процесс, инициируемый организмом с целью остановки кровотечения при повреждениях, однако его чрезмерная активность может представлять угрозу для здоровья. В частности, при таких заболеваниях, как коронавирусная инфекция, риск тромбообразования может привести к летальному исходу. Существует ряд факторов, способствующих повышенной свертываемости крови, включая высокий уровень холестерина, курение, ожирение и гормональные изменения. Для профилактики тромбообразования рекомендуется употребление определённых продуктов питания, таких как рыба и орехи, богатые омега-3 жирными кислотами, оливковое масло, чеснок, зелёный чай и овощи. Эти продукты улучшают кровообращение и снижают риск образования тромбов. Однако их употребление должно осуществляться по рекомендации врача и с учетом индивидуальных особенностей организма. При профилактическом применении такие продукты могут снижать риск инсульта и тромбоза.
Ключевые слова: защитные реакции, тромбоз, омега-3 жирные кислоты, гомоцистеин, кайенский перец.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0916

EXAMINATION AND INTEGRATED MANAGEMENT PROBLEMS OF WATER RESOURCES

Nazrin Mammedova[1], Sabina Aghammadova[2], Aydin Aydin[3], Gulnara Aghammadova[4]

[1]Water and Amelioration Scientific Research Instiute, Baku, Azerbaijan, nazrynmammedli@gmail.com
[2]Water and Amelioration Scientific Research Instiute, Baku, Azerbaijan, sabina-ava-1992@mail.ru
[3]Water and Amelioration Scientific Research Instiute, Baku, Azerbaijan, a.aydin89@mail.ru
[4]Water and Amelioration Scientific Research Instiute, Baku, Azerbaijan, agamammadova1991@icloud.com

ABSTRACT

The examination and integrated management of water resources are of paramount importance in contemporary contexts for preserving ecological balance, fostering economic development, and enhancing societal well-being. Water serves as a crucial resource for the survival of all living organisms and constitutes a fundamental component in economic activities and infrastructure projects. Consequently, the sustainable and effective management of water resources is essential for addressing current challenges proficiently.

The study of water resources involves the comprehensive monitoring of water quantity, quality, and status. This process is critical for safeguarding water resources against various impacts, managing levels of pollution, and ensuring the replenishment of water supplies. Challenges such as pollution, water scarcity, and inequitable distribution necessitate the advancement of modern research and management strategies. Additionally, global climate change, urbanization, and intensive agricultural practices exert considerable pressure on water resources, exacerbating these issues.

Integrated management approaches advocate for the implementation of multifaceted and multidimensional strategies to effectively manage water resources. These approaches encompass the protection of water resources, enhancement of water quality, optimization of water use, and the enforcement of pertinent legislative measures. Furthermore, increasing the engagement of stakeholders, partners, and the general public in water resource management, while addressing their needs and priorities, constitutes a fundamental principle.

This paper provides a detailed discussion of the prevailing challenges in water resource management and the significance of integrated management approaches. It assesses the effectiveness of strategic methods employed to ensure the efficient management of water resources and offers pertinent recommendations. The study also contributes both theoretically and practically to the development of broader management approaches. Recommendations for future research and application are proposed to facilitate the more appropriate and sustainable management of water resources, thereby advancing improved methodologies for water conservation and optimization.

Keywords: *Water resources, integrated management, water quality, ecosystem sustainability, water utilization, management strategies, environmental challenges.*

INTRODUCTION

The examination and integrated management of water resources are crucial for ensuring the sustainability of ecosystems, supporting economic development, and enhancing social well-

being in contemporary times. Water is not only an essential resource for the survival of all living organisms but also forms the foundation of economic activities and infrastructures. Therefore, it is imperative to manage water resources in a sustainable and efficient manner and to propose solutions that address contemporary challenges.

Groundwater, along with natural springs, qanats, and artesian wells, serves as a significant source for meeting potable water demands and irrigation needs. These waters also play a crucial role in the flow of the country's rivers. In our republic, approximately 16-17% of river flow is attributed to groundwater, with over 2 km³ used annually for irrigation of agricultural lands and water supply to residential areas.

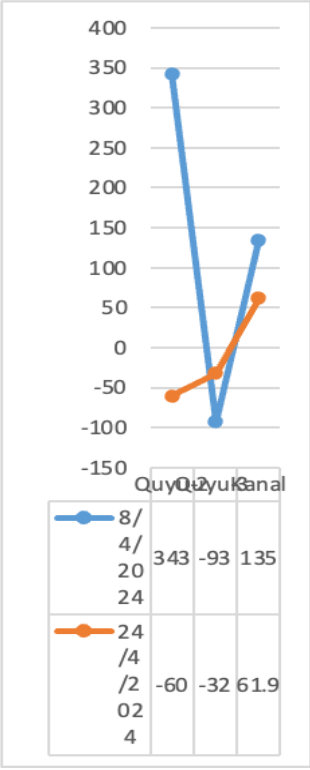
The composition and depth of groundwater vary from mountainous regions to plains, leading to their uneven distribution. The largest groundwater reserves are found in the Qusar-Mughan plain, with a total volume reaching 1.3 billion m³. Conversely, the Absheron Peninsula is the region with the smallest groundwater reserves.

Based on available data, field and laboratory research conducted at the Absheron Experimental-Research Station indicates that the quality of irrigation water is satisfactory. These results have been clearly demonstrated through a comparative analysis of irrigation water samples taken at different times and depicted using quality indicators in diagrams.

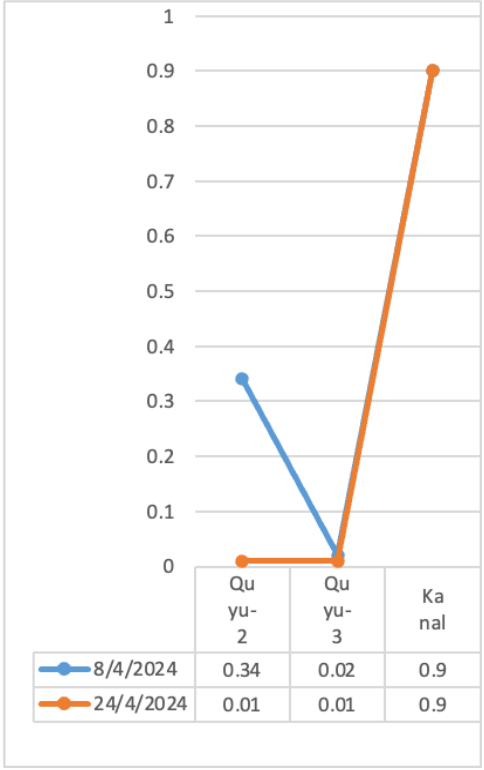
This article emphasizes the importance of integrated approaches in water resource management and the strategic significance of groundwater, while also presenting the results of research conducted on ensuring water quality. [1]

Analysis of water in the lake

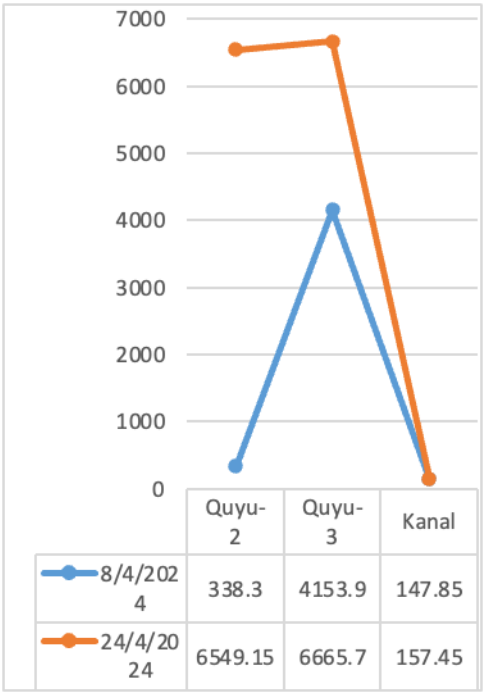
Alkalinity indicator of water



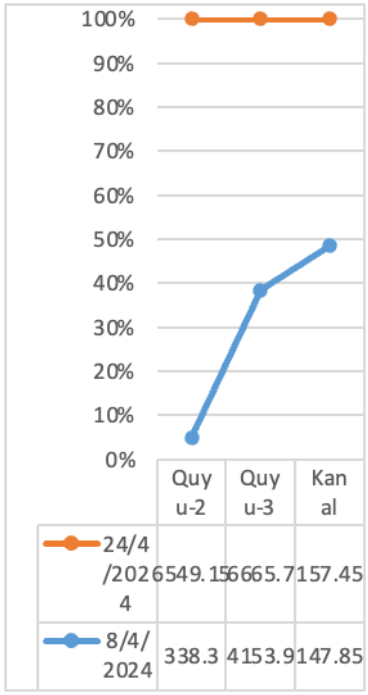
Irrigation coefficient (Srabolcs and Darab)



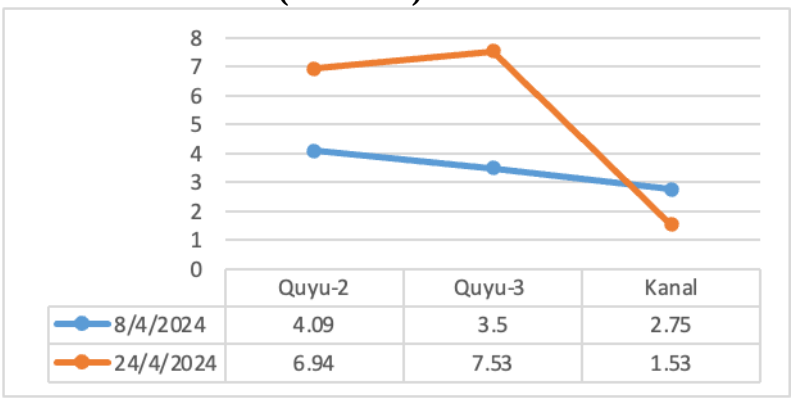
Salinity danger of sodium in the amount of %



Chloride hazard (Donsen) (potential salinity of water)



Analysis of water in the Pirshaghi Ratio of salt cations (Budanov)



Groundwater consumption is more stable regardless of climatic conditions and is related to the water supply capability of the aquifer layer. Therefore, groundwater tends to be cleaner and clearer, as it is less exposed to contamination compared to surface waters.

To prevent water scarcity, the following measures are proposed:

1. **Prevention of Pollution:** Municipalities and enterprises should implement measures to clean rivers and lakes from organic and inorganic pollutants. This will also help in preventing groundwater pollution. Strengthening the oversight of water bodies and applying environmental standards are essential.

2. **Efficient Irrigation Technologies:** Modern irrigation technologies, such as drip irrigation, micro-sprinkler systems, aerosol methods, injection, and rain-fed irrigation, should be employed for effective water use. These technologies will ensure high productivity in irrigation while minimizing water loss.
3. **Adaptation to Climate Change:** Considering the expected increase in air temperature by 3-4°C, preparations should be made for a projected 15% reduction in the replenishment of surface and groundwater. Integrated management of water resources, increasing efficiency, and ensuring sustainable water use are crucial.
4. **Efficient Use of Precipitation:** During the precipitation season, creating artificial reservoirs and regulating mountain rivers, as well as storing and utilizing water during floods and high-water events, should be ensured. Water reserves collected from precipitation should be used to mitigate water scarcity during dry periods.
5. **Treatment of Collector-Drainage Water:** Collector-drainage waters should be treated and mixed with freshwater for reuse. This is particularly important in areas with limited water sources, serving as a vital step in irrigation and water supply.
6. **Improvement of Irrigation Infrastructure:** The widespread application of closed irrigation systems will reduce water losses and enhance irrigation efficiency. The construction of new reservoirs should use reinforced concrete technology to ensure more sustainable water storage and distribution. [2]
7. **Integrated Management of Water Resources:** The unified management of both groundwater and surface water resources should be ensured. Modern information technologies for monitoring and managing water resources are necessary for their more efficient and optimal use.
8. **Water Conservation Measures and Public Awareness:** Extensive public awareness campaigns should be conducted to promote the conservation of water resources and engage the community in the efficient use of water. Particularly in the agricultural sector, efficient water management practices should be promoted to prevent water waste.
9. **Creation of Artificial Dams and Reservoirs:** Artificial dams and reservoirs should be constructed for regulating river basins and storing water for irrigation. These measures will also facilitate water management during natural disasters such as floods.
10. **Monitoring and Protection of Groundwater:** The quantity and quality of groundwater resources should be regularly monitored, with special attention to the impact of industrial waste on these waters. New legislative measures and environmental standards should be implemented to protect groundwater resources. [4]

These proposals are strategically significant for the effective management and conservation of both groundwater and surface water resources. Measures such as the application of modern irrigation technologies, integrated management of water resources, adaptation to climate change, and water resource monitoring will play a critical role in combating water scarcity. [5]

Enlightment and the prevention of water waste are also crucial for the protection of water resources. This approach will not only enhance the sustainability of water resources but also positively impact the country's economy, particularly the agricultural sector.

Implementing these measures will ensure the sustainability of the country's water supply and protect access to water resources for future generations. Furthermore, these actions will lay the foundation for a more integrated and ecologically sustainable system of water management,

leading to significant achievements in optimal water management, ecosystem protection, and the prevention of water scarcity. [3]

MATERIALS AND METHODS

Materials Used:

1. **Water Samples:** For the purpose of the research, groundwater samples were collected from various regions, particularly the Absheron Peninsula and the Gusar Plain. The samples were taken at different times from sources that meet irrigation and drinking water needs.
2. **Laboratory Equipment:** High-precision laboratory equipment was utilized for the analysis of water samples, including:
    - Spectrophotometers (for determining chemical composition)
    - Ion-selective electrodes (for measuring ion concentrations)
    - pH meters (for measuring water acidity or alkalinity)
    - Turbidity meters
3. **Data Repositories:** Existing scientific and statistical databases related to groundwater resources and water quality indicators. These data were used to enhance the accuracy of the analysis and to perform comparative assessments.

Methodologies Employed:

1. **Sample Collection:** Standard procedures were followed during the collection of water samples. Samples were collected at specific times and from various sources. Appropriate packaging and storage conditions were ensured for each sample.
2. **Chemical Analyses:** The chemical composition of the collected water samples was analyzed using modern laboratory equipment. These analyses covered parameters such as pH levels, oxygen content, acidity, major ions (e.g., sodium, potassium, chloride), and other relevant indicators.
3. **Measurement of Physical Properties:** The physical properties of water samples, such as temperature, turbidity, color, and other physical indicators, were measured. These indicators are crucial for determining the quality and suitability of water for use.
4. **Statistical Analyses:** The data obtained from the samples were analyzed using statistical methods. The analysis assessed regional differences, temporal variations, and development trends. Statistical analyses aimed to identify significant changes in the results.
5. **Diagram Preparation:** Water quality indicators were visualized using diagrams and graphs. These visualizations clearly demonstrated the comparison and changes in various water quality indicators.

By employing these methodologies and materials, the quality of water resources and management issues were evaluated accurately and reliably. [7]

ANALYSIS AND DISCUSSION

The research findings have been analyzed along the following key directions:

1. **Chemical Composition Assessment**: The chemical composition of groundwater samples reveals variability across different regions and times. The highest quality indicators were observed in samples from the Qusar maili plain, where the pH levels and oxygen content align with normative values. Conversely, samples from the Absheron Peninsula exhibited higher levels of acidity and an increase in the concentration of certain ions, such as

chloride.

2. **Physical Characteristics Analysis**: Regional differences were noted in the physical characteristics of water samples. In the Qusar maili plain, water temperature and turbidity were measured as stable and within appropriate ranges, indicating high water quality. In contrast, an increase in turbidity and color changes were observed in the Absheron Peninsula, suggesting a potential risk of pollution.
3. **Statistical Analyses**: Statistical analyses indicate significant regional disparities in groundwater quality. Variations were also noted among samples collected at different times. These variations may be attributed to the uneven distribution of groundwater resources and influences from various sources.
4. **Diagram Analysis**: Indicators of water quality were visualized in diagrams. These diagrams clearly depict changes in pH levels, acidity, oxygen content, and other parameters. This visualization aids in comparing water quality indicators across different regions and identifying trends.

DISCUSSION

The findings of the study highlight the major issues encountered in groundwater resource management and underscore the importance of integrated management approaches. The high water quality observed in the Qusar maili plain indicates that groundwater resources in this region are better protected and managed. This confirms that appropriate conservation measures and natural conditions positively impact groundwater resources. [8]

On the other hand, the increased acidity and ion concentrations recorded in the Absheron Peninsula suggest that the region's water resources are exposed to pollution. This necessitates additional measures to improve water quality and identify sources of pollution.

The changes shown in statistical analyses and diagrams reveal that the uneven distribution of water resources and varying ecological conditions across regions impact water quality. This necessitates the application of more precise and targeted strategies for integrated water resource management.

The results also emphasize the importance of continuous monitoring and the development of management approaches for water quality. Future research should support the development of more effective methods for managing and conserving water resources in various regions.

This discussion helps evaluate the effectiveness of modern approaches and strategies for water resource management and provides recommendations for improving water quality. [9]

CONCLUSION

The results of this study underscore the primary challenges in managing groundwater resources and highlight the importance of integrated management approaches. The following key findings have been established:

1. **Regional Variability**: Significant regional differences have been observed in the chemical and physical characteristics of groundwater. In the Qusar Plain, water quality is high and the composition parameters meet the relevant standards. Conversely, an increase in acidity and high concentrations of certain ions have been recorded in the Absheron Peninsula. These disparities necessitate the application of tailored management and conservation strategies for regional water resources.
2. **Pollution and Quality Issues**: The observed high acidity and pollution levels in the

Absheron Peninsula indicate that water resources in this region are exposed to contamination. This highlights the necessity for appropriate conservation measures and the management of pollution sources. Additional measures and monitoring systems are required to ensure the quality of water resources.

3. **Statistical and Visual Analyses**: Statistical analysis and diagrams have clearly demonstrated changes in water quality indicators. This data aids in tracking and analyzing variations in water quality indicators over time and across regions.
4. **Integrated Management Approaches**: The application of integrated approaches is crucial for the effective management of water resources. These approaches encompass the protection, enhancement, and optimization of water resource use. Implementing relevant legislative measures and involving the public and stakeholders can make water resource management more effective. [6]

These findings emphasize the need for broader and more targeted strategies in the management and conservation of water resources. Future research should focus on recommending strategies for more appropriate and sustainable management of water resources. It is recommended that further detailed investigations be conducted to develop optimal methods for the protection and optimization of water resources. [10]

References

1. Imanov, F.Ə., Aliyeva, İ.S. (2015). "The Role of Water Reservoirs in Improving Azerbaijan's Water Resources Supply." *Water Issues: Science and Technologies*, No. 2, Baku, pp. 29-37.
2. Huseynov, Q.C., Alekperov, A.B. (2015). "Integrated Management of Azerbaijan's Water Resources: Problems and Solutions." *Water Issues: Science and Technologies*, No. 1, Baku, pp. 33-44.
3. Imanov, F.Ə. (2013). "Azerbaijan's Water Resources and Their Integrated Management." In *Proceedings of the Caspian International Water Technologies Conference*, Baku, pp. 116-122.
4. Mammadov, R.A. (2018). "Protection and Use of Water Resources: Theoretical and Practical Issues." *Environmental and Water Resources Journal*, No. 4, Baku, pp. 45-58.
5. Quliyev, T.H. (2019). "Water Conservation and Management Strategies: International Experience and Local Applications." *Journal of Natural Sciences*, No. 6, Baku, pp. 73-88.
6. Aliyev, E.A. (2020). "Sustainable Water Use and Contemporary Issues." *Journal of Water and Energy Resources*, No. 3, Baku, pp. 25-34.
7. Karimov, V.M. (2021). "Integrated Water Management and Relevant Legislative Measures." *Ecology and Environmental Protection Journal*, No. 5, Baku, pp. 61-77.
8. Abbasov, S.B., Mammadova, N.M. (2022). "Regional Analysis and Management Issues of Water Resources." *Regional Ecological Research Journal*, No. 2, Baku, pp. 39-50.
9. Novruzov, K.F. (2023). "Global Climate Change and Its Impact on Water Resources." *Climate and Water Studies Journal*, No. 8, Baku, pp. 85-95.
10. Mammadov, C.A., Hasanov, M.T. (2024). "Protection and Conservation of Groundwater: Theoretical and Practical Aspects." *Water and Environment Journal*, No. 7, Baku, pp. 100-115.

ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ И КОМПЛЕКСНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

Назрин Мамедова1, Сабина Агаммедова2, Айдын Айдын3, Гульнара Агаммедова4
1Научно-исследовательский институт водных ресурсов и мелиорации, Баку, Азербайджан, nazrynmammedli@gmail.com
2Научно-исследовательский институт водных ресурсов и мелиорации, Баку, Азербайджан, sabina-ava-1992@mail.ru
3Научно-исследовательский институт водных ресурсов и мелиорации, Баку, Азербайджан, a.aydin89@mail.ru
4Научно-исследовательский институт водных ресурсов и мелиорации, Баку, Азербайджан, agamammadova1991@icloud.com

АННОТАЦИЯ

Изучение и интегрированное управление водными ресурсами имеют первостепенное значение в современном мире для поддержания экологического баланса, обеспечения экономического развития и повышения социальной благосостояния. Вода является ключевым ресурсом для выживания всех живых организмов и составляет фундаментальную часть экономической деятельности и инфраструктурных проектов. Поэтому устойчивое и эффективное управление водными ресурсами необходимо для адекватного решения современных проблем. Изучение водных ресурсов включает в себя комплексный мониторинг количества, качества и состояния воды. Этот процесс критически важен для защиты водных ресурсов от различных воздействий, управления уровнями загрязнения и обеспечения восстановления запасов воды. Проблемы, такие как загрязнение, нехватка воды и неравномерное распределение, требуют развития современных исследований и управленческих подходов. Глобальные изменения климата, урбанизация и интенсивное сельское хозяйство оказывают значительное давление на водные ресурсы, усугубляя эти проблемы. Интегрированные управленческие подходы предполагают применение многоаспектных и многомерных стратегий для эффективного управления водными ресурсами. Эти подходы охватывают защиту водных ресурсов, повышение качества воды, оптимизацию использования воды и реализацию соответствующих законодательных мер. Более того, увеличение вовлеченности заинтересованных сторон, партнеров и широкой общественности в управление водными ресурсами, при учете их потребностей и приоритетов, является основополагающим принципом.

В данной статье подробно рассматриваются существующие проблемы управления водными ресурсами и значимость интегрированных подходов в управлении. Оценивается эффективность стратегических методов, применяемых для обеспечения эффективного управления водными ресурсами, и предлагаются соответствующие рекомендации. Исследование также вносит как теоретические, так и практические вклад в разработку более широких подходов к управлению водными ресурсами. Предлагаемые рекомендации для будущих исследований и практического применения направлены на содействие более адекватному и устойчивому управлению водными ресурсами, способствуя развитию усовершенствованных методов их сохранения и оптимизации.

Ключевые слова: Водные ресурсы, интегрированное управление, качество воды, устойчивость экосистем, использование воды, управленческие стратегии, экологические проблемы.

SU EHTİYATLARININ ÖYRƏNİLMƏSİ VƏ KOMPLEKS İDARƏ OLUNMASI PROBLEMLƏRİ

Nazrin Mammedova[1], Sabina Aghammadova[2], Aydin Aydin[3], Gulnara Aghammadova[4]

[1]Su və Meliorasiya Elmi Tədqiqat İnstitutu, Bakı, Azərbaycan, nazrynmammedli@gmail.com
[2]Su və Meliorasiya Elmi Tədqiqat İnstitutu, Bakı, Azərbaycan, sabina-ava-1992@mail.ru
[3]Su və Meliorasiya Elmi Tədqiqat İnstitutu, Bakı, Azərbaycan, a.aydin89@mail.ru
[4]Su və Meliorasiya Elmi Tədqiqat İnstitutu, Bakı, agamammadova1991@icloud.com

XÜLASƏ

Su ehtiyatlarının tədqiqi və inteqrasiyalı idarəetmə, müasir dünyada ekoloji balansın qorunması, iqtisadi inkişafın təmin edilməsi və sosial rifahın yüksəldilməsi üçün kritik əhəmiyyətə malikdir. Su, bütün canlıların yaşaması üçün zəruri bir resurs olmaqla yanaşı, iqtisadi fəaliyyətlərin və infrastruktur layihələrinin də əsas tərkib hissəsidir. Bu səbəbdən su ehtiyatlarının davamlı və səmərəli şəkildə idarə olunması, həmçinin müasir problemlərin effektiv şəkildə həll edilməsi məqsədini güdür.

Su ehtiyatlarının tədqiqi, suyun miqdarı, keyfiyyəti və mövcud vəziyyətinin monitorinqini əhatə edir. Bu prosesdə, su ehtiyatlarının müxtəlif təsirlərdən qorunması, çirklənmə səviyyələrinin idarə olunması və suyun bərpası kimi məsələlər əhəmiyyətli rol oynayır. Çirklənmə, su çatışmazlığı və qeyri-bərabər bölgü kimi problemlər, müasir tədqiqatların və idarəetmə yanaşmalarının inkişafını zəruri edir. Qlobal iqlim dəyişiklikləri, urbanizasiya və intensiv kənd təsərrüfatı su ehtiyatlarına ciddi təzyiqlər yaradır və bu problemləri daha da mürəkkəbləşdirir.

İnteqrasiyalı idarəetmə yanaşmaları, su ehtiyatlarının effektiv idarə edilməsi üçün çoxsahəli və çoxşaxəli strategiyaların tətbiqini nəzərdə tutur. Bu yanaşmalar, su ehtiyatlarının mühafizəsi, keyfiyyətinin artırılması, istifadəsinin optimallaşdırılması və müvafiq qanunvericilik tədbirlərinin həyata keçirilməsini əhatə edir. Əlavə olaraq, su resurslarının idarə edilməsində iştirakçıların, tərəfdaşların və ictimaiyyətin rolunu artırmaq, onların ehtiyaclarını və prioritetlərini nəzərə almaq əsas prinsiplərdəndir.

Məqalə, su ehtiyatlarının idarə edilməsində mövcud çətinlikləri və inteqrasiyalı idarəetmə yanaşmalarının əhəmiyyətini ətraflı şəkildə müzakirə edir. Su ehtiyatlarının səmərəli idarə olunmasını təmin etmək məqsədilə tətbiq olunan strateji yanaşmaların effektivliyini qiymətləndirir və müvafiq tövsiyələr təqdim edir. Araşdırma, həmçinin su ehtiyatlarının idarə olunmasında daha geniş yanaşmaların inkişafı üçün nəzəri və praktik töhfələr verir. Gələcək tədqiqatlar və tətbiq sahələrində su ehtiyatlarının daha uyğun və davamlı şəkildə idarə olunması məqsədini güdən tövsiyələr təqdim edir, beləliklə, su ehtiyatlarının mühafizəsi və optimallaşdırılması üçün daha mükəmməl metodların inkişafına yönəldilir.

Açar Sözlər: *Su ehtiyatları, inteqrasiyalı idarəetmə, su keyfiyyəti, ekosistemlərin davamlılığı, su istifadəsi, idarəetmə strategiyaları, ekoloji problemlər*.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0925

QİDA MƏHSULLARININ TƏHLÜKƏSİZ SAXLANMASI

F.Ə.Əmirli[1], İ.Q.Abdullayeva[2], V.Süleymanova[3]

[1,2,3]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan
[1]fariz.emirov@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0000-0002-9095-2982
[2]irada.abdullayeva@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0000-0001-5077-9006
[3]suleymanovavusale@asoiu.edu.az, **https://orcid.org/0009-0005-9189-9588**

XÜLASƏ

Məqalədə insanların həyatda sağlam və uzunömürlü yaşaması üçün qəbul etdikləri qida məhsullarının təhlükəsiz olması haqqında müəyyən qorunma və saxlama metodları araşdırılmışdır. Belə ki, qidanın xarab olması qidanın təbii qidalanma dəyərinin, teksturasının, dadının, qoxusunun və ya rənginin müəyyən dərəcədə məhv edilməsi və ya dəyişdirilməsidir ki, onun istehlakını təhlükəli hala gətirib çıxarır.

Məqalədə nəinki qida məhsullarının təhlükəsizliyinin qorunma üsulları verilmiş, eyni zamanda, qida məhsullarının xarab olmasına təsir edən amillər də araşdırılmışdır. Belə səbəblər kimi mikroorqanizmlərin, həşəratların təsiri, təbii fermentlərin parçalanması, hüceyrələrdə fiziki və kimyəvi dəyişiklərin baş verməsi, oksidləşmə proseslərinin getməsi göstərilmişdir.

Qida qorunması mikroorqanizmlərin inkişafının qarşısını alır. Düzgün saxlanılan qida həşəratlardan və milçəklərdən qorunaraq bir az daha uzun müddət təzə qala bilər. Lakin bu qidanın saxlanma müddətini uzatmağa, ümumiyyətlə təhlükəsizliyini təmin etməyə kömək edə bilməz. Bunun üçün müxtəlif növ qida məhsullarının qorunma üsulları mövcuddur.

Termiki emal, dondurma, qurutma (dehidrasiya), irradiasiya, konservləşdirmə, hisə vermə, sterilzasiya, pasterilzasiya və s. kimi əməliyyatlar digər məqsədlərə xidmət edə bilsə də, onların əsas məqsədi xarab olmanın qarşısını almaq və ya mikroorqanizimlərin çoxalma sürətini yavaşıtmaqdır. Qida konservləşdirməsi qida sənayesinin vacib bir aspektidir. Qida konservləşdirməsi məhsulların raf ömrünü uzatmaqla yanaşı, onların təhlükəsizliyini, qidalılıq dəyərini və sensor keyfiyyətlərini qorumağa yönəlmişdir. Bu məqsədlə müxtəlif üsullardan istifadə olunur və hər bir üsul özünəməxsus proseslərə malikdir, alınan nəticələr müxtəlifliyi ilə seçilir.

Açar sözər: qida təhlükəsizliyi, mikroorqanizm, sterilizasiya, pasterizasiya, dondurma, konservləşdirmə

GİRİŞ

Qida istehlakı üçün yararsız olan qidaların yeyilməsi dünyada qida zəhərlənməsinin və ümumi xəstəliklərin əsas səbəblərindən biridir. ÜST-nin məlumatına görə, hər 10 insandan biri qida zəhərlənməsinə məruz qalır, bu isə ildə təxminən 600 milyon insanın zəhərlənməsi və 420000 ölüm hadisəsi ilə nəticələnir. Bunun qarşısını almaq üçün qidanın xarabolma ehtimalını azaltmaq məqsədilə müxtəlif qida qoruma üsulları tətbiq edilməlidir. Qidanın qorunması, elmi əsaslara söykənən biliklərin müxtəlif mövcud texnologiya və prosedurlar vasitəsilə tətbiq edilməsi, qida məhsullarının korlanmasının və xarab olmasının qarşısını almaq və onların raf ömrünü (istifadə müddətini) uzatmaq məqsədini güdür, eyni zamanda istehlakçılara patogen

mikroorqanizmlərdən azad bir məhsul təqdim etməyi təmin edir. Raf ömrü, bir məhsulun qəbul edilməz bir səviyyəyə çatması üçün keçən zaman olaraq təyin edilə bilər. Qidaların korlanması, dad, tekstura, rəng və digər hissi xüsusiyyətlər də daxil olmaqla keyfiyyət atributlarının itkisinə səbəb olur. Qida korlanması zamanı qida dəyəri də təsirlənir. Fiziki, bioloji, mikrobioloji, kimyəvi və biokimyəvi amillər qida korlanmasına səbəb ola bilər. Qida qoruma metodları mümkün qədər erkən mərhələdə tətbiq edilməli və buna görə də bitki və heyvan mənşəli qida məhsullarının emalından əvvəl müvafiq yığımdan sonrakı emalı buna daxil edilməlidir.

Qida məhsullarının təhlükəsizliyi qidanın xarab olmasını dayandıran və ya yavaşladan müəyyən amillərdən istifadə edərək, onu saxlamaq və qorumaq prosesinə aiddir. Qidanın qorunma üsulları qida keyfiyyətinin, qidalanma dəyərinin və yeməyə yararlılığının itirilməsinin qarşısını almağa kömək edir. Bu təcrübələr əsrlər boyu vacib olmuşdur, çünki insanların qidanı gələcək istifadəsi üçün saxlamağa imkan verir. Bütün qida sənayesi şirkətləri məhsullarının saxlanma müddətini uzatmaq üçün qida qoruma üsullarına dəqiq riayət etməyə çalışırlar. Bununla belə, bu texnikalar yalnız qidanın saxlanma müddətini artırmaq üçün deyil, eyni zamanda, qida tullantılarının azalması üçün də vacibdir.

Qida məhsullarının mühafizə metodları

Qida məhsullarının mühafizəsində məhsul yığımı və ya kəsimdən sonra ərzağın xarab olmasının qarşısını almaq üçün bir çox metodlardan istifadə edilmişdir. Ən qədim mühafizə metodları arasında qurutma, soyutma və fermentasiya yer alır. Müasir metodlara isə konservləşdirmə, pasterizasiya, dondurma, şüalanma və kimyəvi maddələrin əlavə edilməsi daxildir. Qablaşdırma materiallarında əldə edilən irəliləyişlər də müasir ərzaq mühafizəsində mühüm rol oynamaqdadır. Tədqiqatlar nəticəsində qidaların xarab olmasına səbəb olan bəzi amillər haqqında məlumat toplanılmış və araşdırılmışdır.

Mikroorqanizimlər. Adi gözlə görünməyən mikroorqanizmlər hər yerdə mövcuddur. Bəziləri fermentasiya kimi proseslərdə faydalı rol oynasa da, digərləri qida və suya yoluxduqda zərərli ola bilər. *E. coli və ya Salmonella* kimi patogen mikroblar ciddi xəstəliklərə səbəb ola bilər. Yoluxmuş məhsullar normal görünə, iy verə və dadına baxıldıqda fərqlənməyə bilər. Buna görə də təhlükəsiz işləmə və hazırlanma tədbirləri olduqca vacibdir.

Həşəratlar. Təbiətin təmizləyiciləri olan həşəratlar ekosistemimizdə mühüm rol oynayır. Lakin onların qida anbarlarına və ya əkin sahələrinə hücumu ciddi iqtisadi itkilərə səbəb ola bilər. Taxıl bitləri və ya kiler güvələri kimi bəzi zərərvericilər saxlanılan qidanı məhv edə bilir. Bundan əlavə, onlar patogenlər gətirə və ya zərərli tullantılar istehsal edə bilirlər. İnteqrasiya olunmuş zərərvericilərin idarəetmə sistemləri və qidaların möhürlənmiş qablarda saxlanması bu istənilməyən zərərvericilərin qarşısını almağa kömək edə bilər.

Təbii fermentlərin parçalanması. Fermentlər kimyəvi reaksiyaları sürətləndirən zülallardır. Bütün canlı orqanizmlərdə təbii olaraq mövcuddur, həzm və ya yetişmə kimi müxtəlif proseslərdə iştirak edirlər. Lakin, fermentativ fəaliyyət nəzarətsiz qaldıqda qida xarab ola bilər. Həddindən artıq yetişmiş meyvələr və ya rəngi dəyişmiş tərəvəzlər fermentlərin təsirinə məruz qalır. Soyutma və konservantlar bu təbii parçalanmanı yavaşladaraq qidanın təravətini və qidalanma dəyərini qorumağa kömək edə bilər.

Hüceyrələrdə fiziki və kimyəvi dəyişikliklər. Hər dəfə qida bişirildikdə, dondurduqda və ya doğranıldıqda hüceyrələrdə fiziki və kimyəvi dəyişikliklər baş verir. Məsələn, qızardılmış qidanın xırtıldamasının dayanması hüceyrələrdəki suyun buxarlanması və Maillard reaksiyası nəticəsində yaranır. Bu dəyişikliklər qidanın teksturasına, dadına və qidalanma dəyərinə təsir edir.

Bu proseslərin başa düşülməsi dadlı və qida dəyərinə malik qidaların optimal qida emalı metodlarının hazırlanmasına kömək edir.

Oksidləşmə. Bu proses elektron ötürülməsi ilə baş verən bir prosesdir və qidalarda xarabolma və ya xoşagəlməz dad yaranmasına səbəb ola bilər. Məsələn, doğranmış alma qaraldıqda, bu oksidləşmənin nümunəsidir. Yağlar da oksidləşərək acılaşa bilər. Antioksidantlar, məsələn, Vitamin C və ya E, bu prosesi ləngidə bilər. Vakuum və dəyişdirilmiş atmosferli qablaşdırma oksidləşməni azaldaraq qida keyfiyyətini qoruyur.

Qida qoruma üsulları qidada mikroorqanizmlərin inkişafını əngəlləyir və qida məhsullarının daha uzun müddət saxlanmasına kömək edir. Bu metodlar patogenləri azaldır, qida təhlükəsizliyini təmin edir və israfı azaldır. Qida qoruma, həmçinin, mövsümdən kənar məhsulların əldə olunmasına, məhsulların keyfiyyətinin qorunmasına və uzaq məsafələrdən təzə məhsulların gətirilməsinə imkan verir.

Qurutma. Bu qidanın saxlanmasının qədim üsuludur və suyun miqdarını azaldaraq bakteriyaların inkişafını əngəlləyir. Bu üsul qida məhsullarının çəkisini azaldaraq daşınmasını asanlaşdırır. Günəş və külək vasitəsilə, həmçinin müasir texnikalarla, məsələn, elektrik quruducular və sprey qurudulması ilə qidalar uzun müddət saxlanıla bilər. Dehidratasiya İkinci Dünya Müharibəsindən sonra daha çox qida məhsuluna tətbiq olunmuşdur. Qurudulmuş qidalarda bakterial çirklənmənin qarşısını almaq üçün yüksək keyfiyyətli xammal, sanitar şərait və pasterizasiya tələb olunur. Qida məhsulları hava, vakuum və ya istiliklə qurudula bilər. Hava daha tədricən və nəzarətli qurudulma imkanı verən ən geniş istifadə olunan mühitdir. Qurutma nəticəsində məhsulun rütubəti azalır və qida maddələrinin konsentrasiyası artır. Zülallar, yağlar və karbohidratlar qurudulmuş qidalarda daha yüksək olur. Lakin qurutma prosesi bəzi vitaminləri, məsələn, C vitamini və B vitaminlərini itirə bilir. Qurudulmuş qidalar metal qablaşdırmalarda saxlanır, çünki onları nəmlik və həşəratlardan qoruyur.

Dondurараq qurudulma, yüksək vakuum şəraitində işləyərək qidadakı buzun birbaşa buxara sublimasiya olmasına imkan verir və beləliklə, qida maddələrinin və rənginin qorunmasını təmin edir.

Hisəvermə.Qida hisə vermə yolu ilə hazırlanır, yəni onu dadlandırmaq, qorumaq və emal etmək üçün yanan ağacın tüstüsünə məruz qoyurlar. Ət və balıq məhsulları, adətən, hisə verilir, çünki tüstü antibakterial və inhibitor xüsusiyyətlərinə malikdir. Hisəvermənin müxtəlif üsulları mövcuddur, o cümlədən, tüstü ilə bişirmə, soyuq hisəvermə, isti hisəvermə və tüstü sobasında bişirmə. Lakin nəzərə almaq lazımdır ki, qidanın saxlanma üsulu kimi hisəvermə istifadə edildikdə xərçəng riskini artırır.

Fermentasiya və Turşuya Qoyma. Mikroorqanizmlər, qida məhsullarının xarab olmasına səbəb olsa da, müəyyən şəraitdə onların təsiri arzuolunandır, məsələn, oksidləşdirici və spirtli fermentasiya prosesləri. Qida məhsullarında inkişaf edən mikroorqanizmlər və onların yaratdığı dəyişikliklər, mühitin turşuluğu, mövcud karbohidratlardan, oksigen və temperaturdan asılıdır. Duza əlavə edilən fermentasiya mikroorqanizmlərin seçici şəkildə nəzarətini təmin edərək qidanı qorumağa kömək edir.

Fermentasiya, min illərdir ki, qida saxlanması və qorunması üçün istifadə olunur. Lakto-fermentasiya prosesi qidadakı karbohidratları laktik turşuya çevirir və bu, zərərli bakteriyaların inkişafını əngəlləyən təbii qoruyucu maddə kimi fəaliyyət göstərir. Bu proses həmçinin qidanın dəyərini artırır və həzm olunmasını asanlaşdırır.

Duzlama və Turşuya Qoyma.Duzlama, qida məhsullarının rütubətini itirməsinə və qorunmasına kömək edir. 20%-lik duz məhlulu mikroorqanizmlərin böyüməsini dayandırır.

Turşuya qoyma, qidanın duzlu, sirkəli və ya yağlı məhlullarda saxlanılması ilə həyata keçirilir və kimyəvi, ya da fermentativ yolla gerçəkləşir. Sənaye istehsalı turşularında saxlanma müddətini artırmaq üçün natrium benzoat və ya EDTA kimi maddələr əlavə olunur.

Turşuya Qoyulmuş Meyvə və Tərəvəzlər. Meyvə və tərəvəzlər 24 saat ərzində sulu məhlulda qaldıqda yumşalır və fermentasiya prosesi başlayır. Duz əlavə edilməsi, arzuolunmaz mikroorqanizmlərin fəaliyyətini dayandırır və fermentasiyanın düzgün baş verməsi üçün əlverişli mühit yaradır. Xiyarın turşuya qoyulmasında, fermentasiya edilə bilən karbohidratlar turşuya çevrilir, rəng və toxuma dəyişir. Düzgün şəraitdə, fermentasiya olunmuş xiyarı uzun müddət saxlanmaq mümkündür.

Duzlanmış Ət. Ət quru duzlama və ya duzlu məhlulda qorunur. Bu prosesdə istifadə edilən inqrediyentlər arasında natrium nitrat, natrium nitrit, şəkər, sirkə və limon turşusu yer alır. Duzlama tüstüləmə ilə birləşdirilərək əti qoruyur və səthini müxtəlif kimyəvi maddələrlə örtür.

Kimyəvi konservasiya. Kimyəvi konservantlar mikroorqanizmlərin böyüməsini gecikdirir. Birinci qrup konservantlar, məsələn, şəkər və sirkə mikroorqanizmlərin böyüməsini ləngidir. İkinci qrup isə qida sənayesində istifadə olunan antioksidantları, ağardıcı maddələri və nəmləndiriciləri əhatə edir.

Üzvi və qeyri-üzvi kimyəvi konservantlar. Sodyum benzoat və digər benzoatlar, üzvi konservantlar arasında yer alır və müəyyən miqdarda istifadə edildikdə, turş mühitdə effektiv olurlar. Kükürd dioksid və sulfitlər isə qeyri-üzvi konservantlardır və meyvə-tərəvəzlərin qorunmasında istifadə edilir. Nitritlər və nitratlar ətlərin duzlanmasında oksidləşdirici agentlər kimi istifadə olunur.

Şəkərləmə. Turşuya qoyma üsuluna bənzər olaraq şəkərləmə də qidanın saxlanılma üsuludur. Şəkərləmə, əvvəlcə qurudulmuş qidanın tamamilə saf şəkərlə örtülməsi prosesidir. Bu şəkər kristalvari (toz şəkər və ya çiy şəkər) və ya yüksək miqdarda şəkər tərkibli qalın maye (bal, şərbət və ya qamış melası) ola bilər.

Dondurma. Təzə tərəvəzlərin saxlanması üçün ən asan və ən praktik üsullardan biri dondurmadır. Dondurma prosesində çox aşağı temperatur zərərli mikrobların inkişafını məhdudlaşdıraraq qida məhsulunun pozulmasının qarşısını alır. Tərəvəz və meyvələr ən yaxşı yetişmə dövründə və qida maddələri ilə zəngin olduqları vaxt doğranaraq dondurula bilər. Bu üsul, qidanın dəyərini qorumaq üçün çox effektivdir. Dondurulmuş qidaların keyfiyyətini qorumaq üçün temperaturun 0^0C-dən aşağı salınması lazımdır. Bu zaman qidadakı su tədricən buza çevrilir. Buz kristallarının böyüməsi, kiçik miqdarda toxumdan başlar və çoxlu kiçik buz kristalları əmələ gəlməsi üçün fiziki şərait uyğun olarsa, proses sürətlənir. Məsələn, dondurmanın hamar strukturu çoxlu kiçik buz kristallarının olduğunu göstərir. Bu, xüsusilə dondurulmuş meyvə və tərəvəzlərin keyfiyyətini saxlamaq üçün vacibdir. Dondurma prosesi təmiz suda başlayan temperaturun 0°C-dən aşağı salınmasını (supersoyutma) əhatə edir. Buz kristalları böyüməyə başladıqca, suyun buza çevrilməsi zamanı sistemin temperaturu dəyişmir. Bu mərhələdə çıxarılan istilik *ərimə istiliyi* adlanır və hər bir qram su üçün 333 coula bərabərdir. Qidaların dondurulmasında isə fərqli həll olunmuş maddələr səbəbindən, suyun donma nöqtəsi 0°C-dən daha aşağı olur və qidalarda buz kristallarının əmələ gəlməsi -1^0C ilə -4^0C arasında baş verir.

Sənaye Dondurucuları. Qidaların dondurulmasında istilik çıxarılma sürəti, istiliyin qida daxilində necə sürətlə hərəkət etdiyindən və qidanın səthindən ətraf mühitə necə effektiv şəkildə buraxıldığından asılıdır. Sənaye dondurucuları istiliyi qidanın səthindən sürətlə çıxarmağa çalışır. Müxtəlif dondurucu növləri mövcuddur:

Hava-şırnaqlı tunel dondurucuları. Bu dondurucularda qida məhsullarının üzərinə -40^0C

temperaturda soyuq hava üflənir. Əsasən meyvə, tərəvəz, çörək məmulatları və ət məhsulları dondurulmaq üçün istifadə edilir.

Lent dondurucular. Bu cür dondurucularda qida konveyer lenti üzərində yerləşdirilir və dondurma zonasından keçir. Çörək məmulatları, toyuq hissələri və ət köftələri kimi məhsullar belə dondurulur.

Maye yataqlı dondurucular. Qida hissəcikləri (məsələn, noxud, çiyələk və qarğıdalı) burada dondurulur. Qida, bir torlu konveyer lenti üzərinə qoyulur və soyuq hava yuxarıdan yönləndirilir, beləliklə, qida bütün tərəflərdən bərabər dondurulur.

Lövhə dondurucuları. Bu dondurucularda düz formalı qidalar, məsələn, piroqlar və balıq filesi dondurulur. Soyuducu maddələr metal lövhələr arasında dövr edərək istiliyi çıxarır.

Kriogen dondurucular: Bu üsulda, qida çox sürətlə dondurulur. Qida maye azotun çiləndiyi və ya maye azota batırıldığı mühitdən keçir. Bu proses -196^0C temperaturda baş verir və böyük miqdarda istilik çıxarır.

Dondurulmuş qidalar yaxşı saxlanılmaqla çox uzun müddət təravətini qoruyur və qida maddələrinin böyük əksəriyyəti itmir. Bu üsul həmçinin mövsümi məhsulları il boyu əldə etməyə imkan verir və qida israfının qarşısını alır.

Konservləşdirmə. Qidanın konservləşdirilməsi üsulundan təxminən 200 ildir ki, istifadə olunur. Konservləşdirmə zamanı qida qaynayan şüşə və ya metal qabın içində saxlanılır və qab bağlanmazdan əvvəl bütün mikroblar məhv edilir. Konservdəki qida tamamilə steril olduğu üçün xarab olmur. Parisli qənnadçı Nikolas Appert sənayedə qidaların istiliklə işlənməsinin əsasını qoyan şəxs hesab olunur. O, 1810-cu ildə qidanı şüşə qabların içinə yerləşdirmək, qabları mantarla bağlamaq və müxtəlif müddətlər ərzində qaynar suda saxlamaq üsuluna görə rəsmi tanınma aldı. Həmin ildə Piter Durand qidanın istiliklə qorunması üçün şüşə, saxsı, qalay və ya digər metal qabların istifadəsinə görə Britaniya patenti almışdır. 1822-ci ildə Ezra Daggett və Tomas Kensett ABŞ-da qalay qutularda qorunmuş qidaların satışını elan etdilər. 98,5 % polad vərəqdən və nazik qalay örtüyündən hazırlanmış qalay örtüklü polad qablar tezliklə geniş yayıldı. Bu qutular hava keçirməyən, ikiqat bağlanmış qapaq və dib hissəsinə malik idi və yüksək sürətlə istehsal edilə bilirdi.

Konservləşdirmə prosesinin daha elmi əsaslarla tətbiqi 1896-cı ilə qədər baş vermədi. Həmin il botulizm xəstəliyinə səbəb olan ölümcül toksin ifraz edən Clostridium botulinum mikroorqanizmi Emil van Ermengem tərəfindən kəşf edildi.

Termiki proseslər. İstiliklə qoruma prosesləri, intensivliklərinə görə iki kateqoriyaya bölünür:

Sterilizasiya: Yüksək temperaturda (100^0C-dən yuxarı) istiliklə emaldır, məqsəd bütün mikroorqanizm formalarını, o cümlədən, sporları məhv etməkdir. Sterilizasiya yalnız düzgün qablaşdırma ilə çirklənmənin qarşısını almaq şərti ilə qidaların uzun müddətli qorunmasını təmin edir. Sterilizasiya mikroorqanizmlərin böyüməsinin qarşısını almaq üçün həyata keçirilir, çünki mikroorqanizmlər məhv edilməzsə, obyektin səthində çoxala bilərlər. Lakin bu proses dezinfeksiya və ya sanitariya ilə fərqlənir, çünki bu üsullarda yalnız mikroorqanizmlərin sayının azaldılması baş verir, tamamilə aradan qaldırılması yox. Sterilizasiya prosesindən sonra obyekt steril və ya aseptik olur.

Mikrobiologiyada sterilizasiya müxtəlif fiziki və kimyəvi üsullarla həyata keçirilir. Sterilizasiya 2 əsas növə bölünür: *fiziki sterilizasiya və kimyəvi sterilizasiya.*

Fiziki sterilizasiya üsulları

1.Termiki sterilizasiyası mikroorqanizmlərin hüceyrə komponentlərinin və fermentlərinin

məhv edilməsi yolu ilə həyata keçirilən ən təsirli sterilizasiya üsuludur. Bu üsul iki şəkildə tətbiq olunur*:* nəm termiki sterilizasiya və quru termiki sterilizasiya.

2. Filtrasiya. Bu mikrobiologiyada mexaniki sterilizasiya üsuludur. Filtrasiya prosesində kiçik məsaməli membran filtrlərindən istifadə edilir və bu filtrlər vasitəsilə maye süzülərək mikroblar və böyük hissəciklər ayrılır. Filtrasiya üç mərhələdə həyata keçirilir: süzmə, adsorbsiyə və tutma.

3. Şüalanma (Irradiasiya). Şüalanma sterilizasiya üçün obyektlərin və səthlərin müxtəlif növ radiasiyalara məruz qalması prosesidir. Bu iki növə bölünür:

**Qeyri-ionlaşdırıcı radiasiya:* Ultrabənövşəyi radiasiya mikroorqanizmlərin nuklein turşuları tərəfindən mənimsənilir. Bu, DNT zəncirində pirimidin dimerlərinin əmələ gəlməsinə səbəb olur, replikasiya xətasına yol açır və mikroblar məhv olur.

**İonlaşdırıcı Radiasiya:* Qamma şüaları və rentgen şüalarına məruz qaldıqda, hidrogen peroksid və superoksid ionları kimi reaktiv oksigen növləri yaranır və mikroorqanizmlərin hüceyrə komponentlərini oksidləşdirərək onları məhv edir.

4. Səs dalğalarının vibrasiyası 20-40 kHz tezlikdə olan ultrasonik səs dalğaları ilə sterilizasiya olunacaq mayedə tətbiq edilir. Bu dalğalar sıxılma və gərilmə qüvvələrinin dəyişməsini yaradır, nəticədə boşluqlar yaranır və qəfil çökərək mikroorqanizmləri konteynerdən çıxarır.

5. Fraksional Sterilizasiya (tindallizasiya). Fraksional sterilizasiya və ya tindallizasiya, jelatin və ya şəkər tərkibli mühitlər üçün istifadə edilən üsuldur. Ümumiyyətlə, 100^0C-də 20 dəqiqə olmaqla üç gün ardıcıl tətbiq olunur. Birinci gün vegetativ bakteriyalar və sporlar öldürülür. Əgər cücərmə baş verərsə, növbəti günlərdə onlar məhv edilir. Lakin bu üsul bəzi termofillərin və anaerobların sporlarını öldürməkdə uğursuz ola bilər.

Kimyəvi sterilizasiya üsulları

1. Qaz sterilizasiyası. Bu üsulda obyektə qapalı, istilik və təzyiq altında olan bir kamerada qazla təmas etdirilir. Sterilizasiya üçün istifadə edilən qazlar arasında etilen oksid, formaldehid, azot dioksid və ozon yer alır.

2. Maye sterilizasiyası. Mikroorqanizmlərin və onların sporlarının məhv edilməsi üçün obyekt mayeyə tamamilə batırılır. Bu üsul qaz sterilizasiyasından daha az təsirlidir və aşağı səviyyəli kontaminasiyaların aradan qaldırılması üçün istifadə edilir. Hidrogen peroksid, qlutaraldehid və hipoxlorit məhlulu kimi kimyəvi maddələr bu üsulda istifadə edilir.

3.Soyuq sterilizasiya aşağı temperaturlarda kimyəvi maddələr, filtrlər və radiasiya ilə yüksək temperaturdan istifadə etmədən həyata keçirilən sterilizasiya prosesidir. Bu istiliyə həssas komponentləri olan məhsulların sterilizasiyası üçün istifadə edilir.

Pasterizasiya: Nisbətən yüngül temperaturda (70–100^0C) istiliklə emaldır. Pasterizasiya mikroorqanizmlərin vegetativ hüceyrələrini məhv edir, lakin sporlar üzərində demək olar ki, heç bir təsir göstərmir. Pasterizasiya yalnız qısa müddətli sabitliyi təmin edir və ya uzun müddətli effektivlik üçün əlavə qoruyucu amillərə ehtiyac duyur, məsələn, soyutma və ya aşağı pH kimi. Pasterizasiya qida məhsuluna istilik tətbiq edərək, xəstəlik törədən (patogen) mikroorqanizmləri məhv etmək, korlanmaya səbəb olan fermentləri inaktivləşdirmək və xarab olmaya səbəb olan mikroorqanizmlərini azaltmaq və ya məhv etmək prosesidir. Pasterizasiya prosesində istifadə olunan nisbətən yumşaq termiki emal sterilizasiya prosesində istifadə olunan sərt termiki emala nisbətən qidaların keyfiyyətinə və qida dəyərinə minimal təsir göstərir.

Pasterizasiya, adətən 100^0C-dən aşağı temperatur tətbiq edilir. İstilik isti su, quru istilik və ya elektrik cərəyanı vasitəsilə yaradıla bilər və məhsullar termiki emaldan dərhal sonra sürətlə

soyudulur. Maye qida məhsulunun isitmə üsuluna əsasən pasterizasiya texnikaları ümumilikdə *termiki pasterizasiya və istiliksiz pasterizasiya* üsullarına bölünə bilər. Termiki pasterizasiya üsulları məhsuldakı zərərli mikroorqanizmləri məhv etmək üçün istilikdən istifadə edir. Bu üsullar aşağı temperatur və yüksək temperatur pasterizasiya üsulları olaraq təsnif edilir.

Aşağı temperaturda uzun müddət (ATUM) pasterizasiya. ATUM pasterizasiyası (ingiliscə: *Low-Temperature Long-Time*), maye qida məhsullarındakı zərərli mikroorqanizmlərin sayını azaltmaq üçün istifadə olunan bir üsuldur. Bu proses adətən süd, qaymaq və digər süd məhsullarını pasterizasiya etmək üçün süd sənayesində geniş istifadə olunur. ATUM pasterizasiya prosesi, yüksək temperaturda qısa müddət pasterizasiyasına nisbətən daha aşağı temperaturda, təxminən 63°C (145^0F) temperaturda, lakin daha uzun müddət, adətən 30 dəqiqədən 1 saata qədər qızdırılmasını əhatə edir.

Yüksək temperaturda qısa müddətli (YTQM) pasterizasiyası. YTQM pasterizasiyası (*High-Temperature Short-Time*), süd, şirələr və digər içkilər kimi maye qida məhsullarında zərərli mikroorqanizmlərin sayını azaltmaq üçün qida sənayesində geniş istifadə olunan bir üsuldur. Proses, mayenin qısa müddət ərzində yüksək temperaturda, adətən 72^0C (161.6^0F) temperaturda 15 saniyə ərzində qızdırılmasını əhatə edir.

Ultra yüksək temperatudar (UYT) pasterizasiyası. UYT pasterizasiyası (*Ultra High Temperature*), həmçinin Ultra pasterizasiya (UP) adlandırılan bu üsul maye qida məhsullarının raf ömrünü uzatmaq üçün onları sterilizasiya etməyə imkan verir. Bu proses, mayenin çox yüksək temperatura, adətən 135^0C (275^0F) ilə 150^0C (302^0F) arasında, çox qısa müddət ərzində, adətən 2-5 saniyə ərzində qızdırılmasını əhatə edir.

Ultra pasterizasiya. Ultra Pasterizasiya da yüksək temperaturda qısa müddətli (YTQM) proses olub, maye qida məhsullarını 135^0C (275^0F)-dən yüksək temperaturda 1-2 saniyə ərzində qızdırılmağı və ardınca sürətli soyutmanı əhatə edir. Bu proses, mayedə mövcud olan, demək olar ki, bütün mikroorqanizmləri və sporları məhv edir.

İstilikdən istifadə edilməyən pasterizasiya üsulları məhsuldakı zərərli mikroorqanizmləri məhv etmək üçün istilik əvəzinə fiziki və ya kimyəvi təsirlərdən istifadə edir. Bu üsullar bir neçə kateqoriyaya bölünür, o cümlədən:

Yüksək təzyiq prosesi (YTP): Bu üsul mayenin 600 MPa-a qədər yüksək təzyiqlərə məruz qalmasını əhatə edir ki, bu da mikroorqanizmlərin məhv edilməsini təmin edir.

Ultrabənövşəyi (UV) təsir: Mayenin mikroorqanizmləri öldürmək üçün UB şüalanmaya məruz qalmasını əhatə edir.

Kimyəvi emal: Ozon və hidrogen peroksid kimi kimyəvi maddələrdən istifadə edilərək, mayedə mikroorqanizmlərin məhv edilməsi həyata keçirilir.

Membran Filtrasiya: Mayenin mikroorqanizmləri çıxarmaq üçün bir membran vasitəsilə süzülməsi ilə həyata keçirilir.

Aseptik emal. Aseptik proses sterilizasiya olunmuş məhsulun sterilizasiya olunmuş qablaşdırmaya yerləşdirilməsini və sonra steril şəraitdə möhürlənməsini nəzərdə tutur. Bu proses 1914-cü ildə şərab sənayesində istifadə üçün steril filtrlərin inkişafı ilə başlamışdır. Lakin etibarsız avadanlıqlar səbəbindən 1948-ci ilə qədər ticarət baxımından uğursuz qalmışdır. Həmin il Uilyam Mak Kinli Martin-Martin sisteminin inkişafına kömək etmişdir ki, bu da sonradan Dole Aseptik Konservləşdirmə Sistemi kimi tanınmışdır. Bu sistem maye qidaların borulu istilik dəyişdiricilərində sürətlə qızdırılaraq sterilizasiya edilməsini, daha sonra isə saxlanma və soyutma mərhələlərini əhatə edirdi. Konservlər və qapaqlar həddindən artıq qızdırılmış buxarla sterilizasiya edilir, sterilizasiya olunmuş qablar isə steril maye qida ilə doldurulurdu. Qapaqlar isə

həddindən artıq qızdırılmış buxar atmosferində möhürlənirdi. 1980-ci illərə qədər Avropa və ABŞ-da polietilen səthlərin sterilizasiyası üçün hidrogen peroksid istifadə olunmağa başlanmışdır. *Vakuum qablaşdırma* qidanın qorunması üsulu kimi qazların tətbiqindən əvvəl qablaşdırmadan havanın çıxarılması prosesini əhatə edir. Əsas məqsədi qablaşdırma materialını qidaya sıx şəkildə yerləşdirərək məhsuldan oksigeni çıxarmaqdır. Oksigenin olmaması mikroorqanizmlərin böyüməsini və yaşamasını çətinləşdirir.

Nəticə

Qida mühafizəsi qidanın təhlükəsiz və uzunmüddətli saxlamaq üçün istifadə olunan proseslərə aiddir. Bu proseslər evdə istifadə üçün və istehlakçılara birbaşa satış üçün nəzərdə tutula bilər. Mühafizə metodları bakteriyaların artmasını və digər növ korlanmaları dayandırır, beləliklə qida uzun müddət təhlükəsiz və ləzzətli olaraq qalır. Məqalədə təqdim olunan pasterizasiya, ultra-pasterizasiya, dondurma, qurutma, sterilizasiya və s. kimi qidanın qorunma metodları qida təhlükəsizliyini təmin etmək və raf ömrünü uzatmaqda mühüm rol oynayır. Hər bir metod, müxtəlif növ qida məhsullarına uyğun olaraq fərqli proseslər və tətbiqlərlə həyata keçirilir. Bu metodların təsirini anlamaq, qida sənayesinə istehlakçılara təhlükəsiz və yüksək qida dəyərinə malik müxtəlif çeşidli qida məhsullarının seçimə imkan verir. Beləliklə də qidaların qorunma üsullarından istifadə etməklə (raf ömrünü artırmaqla) qlobal problemlərdən biri olan qida qıtlığını müəyyən qədər aradan götürmək mümkündür.

Ədəbiyyat

1. Amit, S. K., Uddin, M. M., Rahman, R., Islam, S. R., & Khan, M.S. A review on mechanisms and commercial aspects of food preservation and processing. Agriculture & Food Security, 6(1),2017. pp.1-22.
2. Barbosa-Cánovas, G. V., Altunakar, B., & Mejía-Lorío, D. J. Freezing of fruits and vegetables: Anagribusiness alternative for rural and semi-rural areas (Vol. 158): Food & Agriculture Org. 2005.
3. Benlloch-Tinoco, M., Igual, M., Rodrigo, D., & Martínez-Navarrete, N. Comparison of microwaves and conventional thermal treatment on enzymes activity and antioxidant capacity of kiwifruit puree. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 19, 2013. pp.166-172.
4. Bobeng, B. J., & David, B. D. HACCP models for quality control of entrée production in hospital foodservice systems. I. Development of hazard analysis critical control point models. Journal of the American Dietetic Association, 73(5),1978, pp. 524-529.
5. Dave, D., & Ghaly, A. E. Meat spoilage mechanisms and preservation techniques: a critical review. American Journal of Agricultural and Biological Sciences, 6(4), 2011. pp.486-510.
6. Anderson, M. L., Keeton, J., Acuff, G., Lucia, L., & Vanderzant, Microbiological characteristics of precooked, vacuum-packaged uncured beef and pork. Meat Science, 25(1), 1989, p.69-79.
7. Amirli F.A., Aghamaliyev Z. Z., Abdullayeva I.G., Pashayeva Z.N.&Aghamaliyeva D.B. The role of nutrition in ensuring healthy living. Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2(148), 2024., 629-638. DOI: 10.32010/mpmc2024.085
8. Ağamalıyev Z.Z., Abdullayeva İ.Q. Müasir insanın qida pəhrizi və çatışmamazlıqlar. International Conference dedicated to the 60th anniversary of the establishment of the Department of Technology of organic substances and high-molecular compounds. “Modern problems of

macromolecular compound technology". 25-26 Aprel 2024, p.151.
9. Abbasov V.M., Əmirli F.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Z.V., Quliyeva N.R. Qida kimyası. Dərslik. Bakı: Elm, 2023, 260 s.
10. Abbasov V.M., Qurbanov S.H., Əskərov V.E., Yusibov Y.Ə., Hacıyeva S.R., Əzizov R.E., Qasımov E.E., Əmirli F.Ə., Məmmədxanova S.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Ü.V., Məmmədli E.M. Qlobal ekoloji problemlər: səbəblər, həlli yolları, "yaşıl" enerji. Bakı: "Elm", 2024, - 606 səh.

SAFE STORAGE OF FOOD PRODUCTS

F.A.Amirli[1], I.Q.Abdullayeva[2], V.Suleymanova[3]
[1,2 ,3]Azerbaijan State Oil and İndustry University
[1] Lecturer, https://orcid.org/0000-0002-9095-2982 , fariz.emirov@asoiu.edu.az
[2] Lecturer, https://orcid.org/0000-0001-5077-9006 , irada.abdullayeva@asoiu.edu.az
[3] Lecturer, https://orcid.org/0009-0005-9189-9588 , suleymanovavusale@asoiu.edu.az

ABSTRACT

The article examines certain protection and storage methods to ensure the safety of food products consumed by people for a healthy and long life. The spoilage of food is essentially the partial or complete degradation or alteration of its natural nutritional value, texture, taste, smell, or color, making its consumption hazardous.
The article not only presents methods for ensuring the safety of food products but also investigates the factors that contribute to food spoilage. Such factors include the effects of microorganisms and insects, the breakdown of natural enzymes, physical and chemical changes occurring in cells, and oxidation processes.
Food preservation prevents the growth of microorganisms and differs from simply storing food in a covered container. Properly stored food can remain fresh for a slightly longer period by being protected from insects and flies. However, this does not help extend the shelf life of the food. For this purpose, various food preservation methods exist.
Processes such as heat treatment, freezing, drying, irradiation, canning, smoking, sterilization, and pasteurization serve different purposes, but their primary goal is to prevent spoilage or slow down the reproduction rate of microorganisms. Food preservation is a crucial aspect of the food industry. It not only extends the shelf life of products but also aims to maintain their safety, nutritional value, and sensory qualities. Various methods are employed for this purpose, and each method has its own unique processes and outcomes.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0934

İNSAN CƏMİYYƏTİNİN DAVAMLI İNKİŞAFI ÜÇÜN BİOLOGİYA VƏ EKOLOGİYA FƏNLƏRİNİN TƏDRİSİNDƏ QARŞIYA QOYULAN PROBLEMLƏR VƏ PERSPEKTİVLƏR

Həsənova Amaliya Murad qızı

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti
Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
https://orcid.org/0000-0002-2196-3215, amalya.hasanova59@mail.ru

XÜLASƏ

Ətraf mühitlə bağlı narahatlıqlar və daha ədalətli qlobal cəmiyyət arzusu ilə müəyyən edilən dövrdə davamlılıq əsas məsələyə çevrilib. Dünya planetimizin və onun sakinlərinin rifahını təhdid edən bir çox aktual problemlərlə daim qarşı-qarşıyadır. Sol illərdə bu problemlər daha qabarıq şəkildə görünməkdədir. Davamlı inkişafın əsas çağırışlarına ətraf mühitin deqradasiyası, sosial bərabərsizlik və iqtisadi tarazlığın pozulması daxildir. Buna görə dövrümüzün ən mühüm davamlılıq problemlərindən bəzilərini araşdırmaq, onların səbəblərini və nəticələrini, onların həlli üçün biologiya və ekologiya fənlərinin tədrisində bu problemlərin vacibliyini tələbələrin nəzərinə çatdırmaq günün aktual problemlərindən biridir. Palanet, o cümlədən insan cəmiyyət ekoloji, sosial və iqtisadi problemlərlə üzləşdiyindən, özümüz və gələcək nəsillər üçün daha yaxşı gələcəyi təmin etmək davamlı inkişafın əsas məsələlərini həll etmək mütləqdir. Bu nöqteyi-nəzərdən Azərbaycanın ev sahibliyi etdiyi COP 29 "Yaşıl dünya naminə həmrəylik ili" davamlı inkişaf probleminə ciddi töhfələr vermişdir.

İqlim dəyişikliyi, meşələrin qırılması və sənaye proseslərindən qaynaqlanan istixana qazları emissiyalarının artması kimi məsələlər barədə biologiya dərslərində biomüxtəlifliyin qorunması, flora və faunanın öyrənilməsi mövzularının tədrisi zamanı ciddi müzakirələr aparılmalıdır. Ekologiya fənninin tədrisi zamanı resursların tükənməsi, havanın, suyun və torpağın keyfiyyətinə təsir edən sənaye tullantıları barədə məlumatlar verilməlidir. Havanın çirklənməsi tənəffüs orqanlarının sağlamlığına və iqlim dəyişikliyinə mənfi təsir göstərən əsas ictimai sağlamlıq problemidir.

Biologiya və ekologiya fənlərinin tədrisində su çatışmazlığı, əhali sıxlığı, qida təhlükəsizliyi məsələləri barədə praktik proseslər təhlil olunması, müxtəlif formatlı animasiyalar və prezentasiyalarla nəticələrin proqnozları nümayış etdirilməlidir.

Açar sözlər: *davamlı inkişaf, biologiya, ekologiya, iqlim dəyişkənliyi, biomüxtəliflik, ekoloji tarazlıq*

GİRİŞ

Davamlı inkişafın əsas problemlərinin həlli yolları dövlətləri, bizneslər, icmaları və fərdləri əhatə edən çoxşaxəli yanaşma tələb edir. Bu problemlərin hər birinə ciddi yanaşmalara əsaslanan təhlil və nəzarət prosesləri olmalıdır. Davamlı inkişafın əsas problemlərinin həlli indiki və gələcək nəsillər üçün ekoloji cəhətdən daha məsuliyyətli və ədalətli dünyaya töhfə verən davamlı təcrübə və siyasətlərə doğru hərəkət etmək üçün birgə səy tələb edir. Bu prosesdə cəmiyyətin bütün

təbəqələri, sosial qurumlar, səhiyyə, təhsil müəssisələri qarşılıqlı iştirak etməlidir.

İnsan cəmiyyətinin davamlı inkişafı üçün müzakirə olunan əsas məsələlər bir-biri ilə sıx bağlıdır və təxirə salınmaz diqqət tələb edir. İqlim dəyişikliyi, biomüxtəlifliyin itirilməsi, resursların tükənməsi, çirklənmə, su qıtlığı, həddindən artıq əhali sıxlığı, ərzaq təhlükəsizliyi, sosial bərabərsizlik və təmiz enerjiyə keçid zərurəti ayrı-ayrı problemlər deyil. Bunlar mürəkkəb qlobal problemin bir-biri ilə əlaqəli tərəfləridir. Cəmiyyətin davamlı inkişafında maraqlı olan dövlətlər, müəssisələr və fərdlər təcrübələri həyata keçirmək və daha ədalətli və ekoloji cəhətdən şüurlu gələcəyə zəmin yaradan siyasəti qəbul etmək üçün birlikdə işləmək məburiyyətindədirlər.

Biologiya dərslərində müasir tibbin nailiyyətlərindən, fiziologiya, biokimya, genetika sahələrində edilən kəşflərdən məlumatlar verilməklə, insan cəmiyyətinin davamlı inkişafı sahəsində hansı məsələlərə diqqət yetirilməsi planlaşdırılmalıdır [1].

Azərbaycanın flora və faunası fənninin tədrisi zamanı müəllim karbon emissiyalarını azaltmaq üçün tələb olunan prosesləri tələbələrin nəzərinə çatdırmalıdır. Tələbələr gələcəyin mütəxəssisləri olduğu üçün bu məsələ onların qarşısında duran ən əktual problemlərdən biridir. Ekologiya dərsləri zamanı bərpa olunan enerjiyə keçid, iqlim dəyişikliyi ilə mübarizə aparmaq üçün davamlı torpaq idarəçiliyi təcrübələrini öyrənib tətbiq etmə yollarını araşdırmalıdırlar. Enerji səmərəliliyinin artırılması, ictimai nəqliyyata sərmayə qoyuluşu və bərpa olunan enerji infrastrukturunun dəstəklənməsi də davamlılıq probleminin həllində mühüm addımlardır. Məhz bu müddəalar tədris prosesində mərhələli şəkildə müzakirə olunmalı, tələbələrə verilən elmi tədqiqat işlərində, sərbəst işlərdə öz yerini tapmalıdır [2].

Azərbaycanın flora və faunası, təbiəti mühafizə fənlərinin tədrisi zamanı biomüxtəlifliyin qorunmasının metod və yollarını, müxtəlif səviyyəli monitoriqlərin aparılması metodlarını də tələbələrə öyrətmək lazımdır. Qeyd etmək lazımdır ki, biomüxtəlifliyin itirilməsi davamlı inkişaf üçün digər mühüm məsələdir. Yaşayış yerlərinin məhv edilməsi, həddindən artıq balıq ovu, ətraf mühitin çirklənməsi və ovçuluq kimi insan fəaliyyətləri bir çox bitki və heyvan növlərinin nəsli kəsilməsinə səbəb olmuşdur. Biomüxtəliflik ekosistemin sabitliyi, tozlanma, suyun təmizlənməsi və xəstəliklərə nəzarət üçün ən vacib məsələdir.

Biomüxtəlifliyin itirilməsi ilə mübarizə aparmaq üçün biz təbii yaşayış yerlərini qorumalı və bərpa etməliyik, ovçuluq və balıqçılıq qaydalarına ciddi əməl etməli və çirklənməni azaltmalıyıq. Qorunan ərazilərin yaradılması və davamlı kənd təsərrüfatı və meşə təsərrüfatı təcrübələrinin təşviqi kimi mühafizə təşəbbüsləri planetin biomüxtəlifliyinin qorunması üçün vacibdir.

Ekologiya fənninin tədrisində resursların tükənməsi, təbii ehtiyatların, o cümlədən şirin su, minerallar və meşələrin qeyri-davamlı istehlakı kimi davamlı inkişaf üçün əsas problemləri öyrətmək lazımdır. İqtisadiyyatın yüksək inkişaf səviyyəsi və əhali dünya miqyasında artdıqca, bu resurslara tələbat artır və bu, təbii resursların həddindən artıq istismarına və tükənməsinə səbəb olur. Bu isə öz növbəsində, ekosistemləri təhdid edir və gələcək nəsillər üçün vacib resursların mövcudluğuna mənfi təsir göstərir [3].

Resursların tükənməsi problemini həll etmək üçün dünya səviyyəsində qəbul olunmuş dairəvi iqtisadiyyat prinsiplərini qəbul etməli, tullantıları azaltmalı və davamlı resursların idarə edilməsi üsullarını inkişaf etdirməliyik. Təkrar emal, təkrar istifadə və resurs istehlakının azaldılması planetimizin məhdud resurslarına təzyiqi azaltmağa kömək edə bilər. Bütün bu məsələlər ekologiya fənninin tədrisi zamanı tələbələrə öyrədilməlidir [6].

NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

Davamlı inkişaf məsələləri 1980-ci illərdən müzakirə olunmağa başlamışdır. Bu dövrdən

başlayaraq, insanlar ekoloji inkişafdan, məhv edilmədən inkişafdan və ekosistemlərin davamlı inkişafının zəruriliyindən danışmağa başladılar. 1980-ci ildə qəbul edilmiş Ümumdünya Təbiəti Mühafizə Strategiyası davamlı inkişafdan bəhs edən ilk beynəlxalq sənəd idi. ÜTM-nin ikinci nəşri Yer Planetinə Qayğı – Davamlı Yaşamaq üçün Strategiya adlanırdı və 1991-ci ilin oktyabrında nəşr olundu. Burada vurğulanır ki, inkişaf canlı təbiətin qorunmasına, bioloji növlərin asılı olduğu Yer kürəsinin təbii sistemlərinin quruluşunu, funksiyalarını və müxtəlifliyinin qorunmasına əsaslanmalıdır. Buna nail olmaq üçün aşağıdakılar lazımdır:

- həyatı təmin edən sistemləri qorumaq;
- biomüxtəlifliyi qorumaq;
- bərpa olunan resurslardan davamlı istifadəni təmin etmək.

Bu illərdə milli və qlobal təhlükəsizliyin bir hissəsi kimi ekoloji təhlükəsizliklə bağlı tədqiqatlar da ortaya çıxdı.

Ali təhsil müəssisələrində davamlı inkişafın müddəaları nəinki təbiət elmlərinin, o cümlədən sosial və psixologiya fənlərinin tədrisi zamanı da öyrədilməlidir. Çirklənmə havanın, suyun və torpağın keyfiyyətinə təsir edən geniş yayılmış davamlı inkişaf problemi olduğu üçün tələbələri sənaye sahəsində praktiki dərslərə yönəltmək lazımdır. Əyani şəkildə sənaye tullantıları, kənd təsərrüfatı tullantıları və plastik tullantılar ətraf mühiti çirkləndirən əsas mənbələr kimi könüllülər qrupu tərəfindən təmizlənsə, tələbələr gələcəkdə bu məsələləri özləri də sərbəst olaraq öyrədə biləcəklər. Əlbəttə, çirklənmə ilə mübarizə aparmaq üçün emissiyalara və tullantıların utilizasiyasına dair daha sərt qaydalar dövlət tərəfindən tətbiq edilməlidir.

COP 29 bizim ölkəmizdə keçirilməklə bu müddəaların araşdırılması sahəsində ciddi təcrübə oldu. Bu tədbirlərdə iştirak edən könüllü tələbələr qrupu gələcəkdə də bu proseslərin davam etməli olduğunu bildilər. Belə ki, birdəfəlik plastikləri azaltmaqla, suya qənaət etməklə və təmiz enerji təşəbbüslərini dəstəkləməklə insanlar öz üzərinə düşəni edə bilərlər.

İctimai nəqliyyat və elektrik nəqliyyat vasitələri ekoloji cəhətdən təmiz nəqliyyat növləridir və istixana qazları emissiyalarını və havanın çirklənməsini azaltmağa kömək edə bilər.

Su qıtlığı həddindən artıq istismar, çirklənmə və iqlim dəyişikliyi nəticəsində yaranan artan davamlı inkişaf problemidir. Dünyanın bir çox regionları artıq su qıtlığı ilə üzləşib və bunun yaxın illərdə daha da pisləşəcəyi gözlənilir. Təmiz və təhlükəsiz içməli suya çıxış əsas problemdir və su qıtlığının aradan qaldırılması qlobal davamlılıq üçün vacibdir. Biz sudan səmərəli istifadəyə üstünlük verməliyik, su infrastrukturuna sərmayə qoymalıyıq və su qıtlığını aradan qaldırmaq üçün su hövzələrini qorumalıyıq. Kənd təsərrüfatında, sənayedə və ev təsərrüfatlarında suya qənaət edən texnologiyaların tətbiqi bu qiymətli resursun qorunmasına kömək edə bilər. Bundan əlavə, suyun qorunmasının vacibliyi haqqında məlumatlılığın artırılması suyun davamlı idarə olunması üçün çox vacibdir [4].

Əhali artımının sürətinin çox vaxt diqqətdən kənarda qalan bir çox digər problemlərin əsasını təşkil etdiyini də nəzərə almaq lazımdır. 2090-cı ilə qədər Yer kürəsinin əhalisinin 2050 milyard nəfərə çatacağı proqnozlaşdırılır. Bu məsələnin təbii resurslara, ekosistemlərə və infrastruktura böyük təsir göstərəcəyi ciddi problemdir və dərslərdə bu barədə də məlumatlar verilməlidir. Əhalinin yüksək artım tempi qida təhlükəsizliyini, su çatışmazlığını və yaşayış mühitinin məhvini daha da gücləndirə bilər. Buna görə dünya səviyyəsində ailə planlaşdırılması proqramları və təhsil həddindən artıq əhali probleminin həlli üçün çox vacibdir. İnsanların reproduktiv sağlamlıq xidmətlərindən istifadəsinin təmin edilməsi və qadınlara ailənin ölçüsü ilə bağlı effektiv qərarlar qəbul etmək səlahiyyətinin verilməsi əhalinin artımını sabitləşdirməyə və davamlılığı təmin etməyə kömək edə bilər.

Ərzaq çatmazlığı insan üçün qidaya həm mövcudluğu, həm də çıxışı özündə ehtiva edən kritik davamlılıq problemidir. Artan temperatur, ekstremal hava hadisələri və torpaqların deqradasiyası kənd təsərrüfatı məhsuldarlığını təhdid edir, ərzaq qıtlığına və qiymətlərin qeyri-sabitliyinə gətirib çıxarır. Bundan əlavə, qida ehtiyatlarının qeyri-bərabər paylanması dünyanın bir çox yerində aclığa, səfalətə və qida çatışmazlığına səbəb olur [5].

Ərzaq təhlükəsizliyini aradan qaldırmaq üçün üzvi əkinçilik və aqromeşəçilik kimi davamlı kənd təsərrüfatı təcrübələri torpağı yaxşılaşdıra və qida istehsalının ətraf mühitə təsirini azalda bilər. Ərzaq tullantılarının azaldılması, ədalətli paylama və kiçik fermerlərə dəstək bu problemin həllində mühüm addımlardır.

Davamlı inkişafın təhdidedici müddəalarından biri də sosial bərabərsizlikdir. Bu, gəlir, təhsil, səhiyyə və əsas xidmətlərə çıxışda bərabərsizlikləri əhatə edən davamlı inkişafın bir-biri ilə əlaqəli məsələsidir. Bu bərabərsizliklər ekoloji problemləri daha da gücləndirə bilər, çünki təcrid olunmuş icmalar çox vaxt ətraf mühitin deqradasiyası və iqlim dəyişikliyinin təsirlərinin ağır yükünü daşıyırlar. Təhsilə, səhiyyəyə və iqtisadi imkanlara bərabər çıxışı təşviq edən siyasətlər sosial bərabərsizliyin aradan qaldırılması üçün vacibdir. Bundan əlavə, inklüziv və iştirakçı qərar qəbuletmə prosesləri təcrid olunmuş icmalara öz hüquqlarını müdafiə etmək və ətraf mühiti qorumaq üçün səlahiyyət verə bilər.

NƏTİCƏ

Bu gün dünyamızın üzləşdiyi əsas davamlı inkişaf problemlərinin çoxsaylı, tez-tez bir-birinə qarışan və mürəkkəb, köklü səbəbləri vardır. Bu problemlərin effektiv həlli üçün bu səbəbləri başa düşmək vacibdir. Davamlı inkişafın ciddi problemlərinin əsas səbəblərindən bəziləri bunlardır:

- İnsan populyasiyasının sürətli artımı: əhalinin sürətli artımı resursları sıxışdırır və onun tükənməsini, qida çatışmazlığını və yaşayış mühitinin məhvini artırır.
- Qeyri-davamlı istehlak: resursların həddən artıq istehlakı onların tükənməsinə və israfına gətirib çıxarır ki, bu da ekoloji dayanıqlığa ciddi təhlükə yaradır.
- Meşələrin qırılması: kənd təsərrüfatı və ağacların kəsilməsi üçün geniş yayılmış meşələrin qırılması ekosistemlərə təsir edən yaşayış yerlərinin itirilməsi və karbon dioksid emissiyaları ilə nəticələnir.
- Resursların ədalətsiz bölgüsü: qlobal bərabərsizlik bəzi icmalarda resurs çatışmazlığı ilə nəticələnir, digərləri isə bolluqdan səmərəsiz və plansız istifadə edir.
- Zəif ekoloji tənzimləmələr: qeyri-adekvat tənzimləmə müəssisələrə hesabat vermədən resursları istismar etməyə və ətraf mühiti çirkləndirməyə imkan verir.

Nəzəriyyə və təcrübələr göstərir ki, ətraf mühit komponenti insan inkişafının tərkib hissəsidir. Ümumdünya Ətraf Mühit və İnkişaf Komissiyasının işi və onun Ümumi Gələcəyimiz adlı yekun hesabatı davamlı (ekoloji-sosial-iqtisadi) inkişafın yeni üçlü konsepsiyasına əsaslanır. 2002-ci ildə BMT-nin Dayanıqlı İnkişaf üzrə Ümumdünya Sammiti (hökumətlərarası, qeyri-hökumət və elmi forum) Yer planetinin həyatı təmin edən sistemlərini qoruyub saxlamaqla əsas insan ehtiyaclarının uzunmüddətli ödənilməsi üçün bütün dünya ictimaiyyətinin davamlı inkişaf ideyalarına sadiqliyini bir daha təsdiqlədi.

Davamlı inkişaf konsepsiyası bir çox cəhətdən 20-ci əsrin ortalarında akademik V.İ.Vernadskinin irəli sürdüyü noosfer konsepsiyası ilə səsləşir.

Davamlı inkişaf prosesinin mühüm müddəalarını öyrədərkən, işğaldan azad olunmuş Qarabağda gedən bərpa proseslərini də ciddi işıqlandırmaq lazımdır. Çünki, bu ərazilərdə ekoloji terror hadisələri tam amansızlıqla həyata keçirilmişdir. Burada flora və fauna, o cümlədən

ekologiya tam bərpa tələb edir.

ƏDƏBİYYAT

1. A.M.Hasanova, R.A.Rustamli, social-synergetic concepts of modern natural science., Baku, publishing house of AGPU, 2021.

2. Banzhaf W., Beslon, S. Christensen, J.A. Foster, F. Kepes, V. Lefort, J.F. Miller, M. Radman and J.J. Ramsden. 2006. From artificial evolution to computational evolution: a research agenda. Nature Reviews Genetics 7 (9): 729–35.

3. Niko Roorda, Peter Blaze Corcoran, Fundamentals of Sustainable Development, Routledge, 2012.

4.Cela-Conde, Camilo J. and Francisco J. Ayala. 2007. Human Evolution: Trails from the Past. New York: Oxford University Press.

5. N.V. Kostina, G.S. Rozenberg, V.K. Shitikov, Expert system of ecological status of basin of larger river, Institute of Ecology of the Volga River Basin of Russian Academy of Sciences, Togliatti 2003.

6. Abbasov V.M., Qurbanov S.H., Əskərov V.E., Yusibov Y.Ə., Hacıyeva S.R., Əzizov R.E., Qasımov E.E., Əmirli F.Ə., Məmmədxanova S.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Ü.V., Məmmədli E.M. Qlobal ekoloji problemlər: səbəblər, həlli yolları, "yaşıl" enerji. Bakı: "Elm", 2024, - 606 səh.

PROBLEMS AND PROSPECTS OF TEACHING BIOLOGY AND ECOLOGY FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF HUMAN SOCIETY

Hasanova A. M.

Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan,
PhD in Biology, https://orcid.org/0000-0002-2196-3215, amalya.hasanova59@mail.ru

ABSTRACT

In an era defined by environmental concerns and the desire for a more equitable global society, sustainability has become a key issue. The world is constantly facing many pressing challenges that threaten the well-being of our planet and its inhabitants. These challenges are becoming more prominent in the left years. The major challenges to sustainable development include environmental degradation, social inequality and economic imbalance. Therefore, the study of some of the most important problems of sustainable development of modern times, bringing to the attention of students their causes and effects, the importance of these problems in teaching the disciplines of biology and ecology to solve them-one of the urgent problems of our time. As society is facing environmental, social and economic problems, ensuring a better future for ourselves and future generations is indispensable for solving the main issues of sustainable development. From this point of view, the "Year of Solidarity for a Green World" organized by Azerbaijan COP 29 has made a serious contribution to addressing the issue of sustainable development. Serious discussions on such issues as climate change, deforestation and increase in greenhouse gas emissions caused by industrial processes should be held during teaching of biodiversity conservation, flora and fauna in biology classes.

When teaching Environmental Science, information should be provided on resource depletion, industrial waste affecting air, water and soil quality. Air pollution is a serious public health problem, affecting respiratory health and climate change. The teaching of biology and

environmental science disciplines should include analysis of practical processes on water scarcity, population density, food safety, demonstrating predictions of outcomes through animations and presentations in a variety of formats.

Keywords: *sustainable development, biology, ecology, climate change, biodiversity, ecological balance.*

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРЕПОДАВАНИЯ БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

Гасанова А.М.
Азербайджанский Государственный Педагогический Университет, Баку, Азербайджан,
Кандидат биологических наук, https://orcid.org/0000-0002-2196-3215, amalya.hasanova59@mail.ru

РЕЗЮМЕ

В эпоху, ознаменованную обеспокоенностью по поводу состояния окружающей среды и стремлением к более справедливому глобальному обществу, устойчивое развитие стало одной из главных тем. Мир постоянно сталкивается с рядом актуальных проблем, угрожающих благополучию нашей планеты и её обитателей. В последние годы эти проблемы проявляются особенно остро. Основными вызовами устойчивого развития являются деградация окружающей среды, социальное неравенство и нарушение экономического баланса. Поэтому изучение важнейших проблем устойчивого развития, их причин и последствий, а также донесение значимости этих вопросов до студентов в процессе преподавания биологии и экологии является одной из актуальных задач современности.

Поскольку планета и человеческое общество сталкиваются с экологическими, социальными и экономическими проблемами, решение ключевых вопросов устойчивого развития необходимо для обеспечения лучшего будущего как для нас, так и для будущих поколений. С этой точки зрения проведение 29-й Конференции сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата (COP29), проходившей в Азербайджане в Год солидарности ради зелёного мира, внесло важный вклад в решение проблем устойчивого развития.

В процессе преподавания биологии необходимо серьёзно обсуждать такие вопросы, как изменение климата, вырубка лесов, увеличение выбросов парниковых газов в результате промышленной деятельности, защита биоразнообразия, изучение флоры и фауны. При преподавании экологии необходимо информировать учащихся об истощении ресурсов, загрязнении воздуха, воды и почвы промышленными отходами. Загрязнение воздуха — это одна из основных проблем общественного здравоохранения, оказывающая негативное влияние как на здоровье органов дыхания, так и на изменение климата.

В процессе преподавания биологии и экологии следует анализировать такие практические вопросы, как нехватка воды, высокая плотность населения, продовольственная безопасность, а также использовать анимации и презентации различных форматов для демонстрации прогнозов и результатов.

Ключевые слова: устойчивое развитие, биология, экология, изменение климата, биоразнообразие, экологическое равновесие.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0940

İQLIM DƏYIŞKƏNLIYI DÖVRÜNDƏ ŞƏHƏR URBOEKOSISTEMLƏRININ KEYFIYYƏTININ YAXŞILAŞDIRILMASINDA BITKI ÖRTÜYÜNÜN ROLU

Novruzov Vaqif Seyfəddin[1], Bayramova Aynur Akif qızı[2]

[1,2] Gəncə Dövlət Universiteti
vaqif.novruzov@gdu.edu.az https://orcid.org/009-0007-5093-6414
aynur.bayramova@gdu.edu.az https://orcid.org/0009-0007-1441-5265

XÜLASƏ

İri şəhərlərə iqlim dəyişkənliyinin kəskinləşməsi çox vaxt yaşayış riskli nəticələrə səbəb olur. Nəticədə şəhərlərdə bitki örtüyünün və əkin sahələrinin pozulmasına gətirib çıxarır. İqlim dəyişgənliyinin nəticələrinə dair bir çox tədqiqatlar aparılsa da, şəhər mühitində yumuşaldıcı amil kimi əsasən bitki örtüyündən istifadə edilir.İqlim dəyişkənliyinə dair Çərçivə Konvensiyasınıən Paris razılaşmasında COP 29 bu məsələ kəskin qarşıya qoyulmuşdur.

Məqalədə əsas məqsəd iqlim dəyişkənliyi dövründə şəhər mühitinin zərərli təsirlərinin azaldılmasında yaşıllaşdırma üçün həyata keçirilə biləcək praktiki tövsiyələr təklif etməkdən ibarətdir. Mühitin mövcud zərərli təsirlərinin əsas amilləri aavtomobil nəqliyyatı və qaz çirklənməsi, ağır metallar, temperaturun yüksək dərəcədə olması və ya yağıntıların miqdarının artmasıdır. Tədqiqat nəticəsində şəhərlərdə yaşıl məkanlarının çoxşaxəli artırılması və sonrakı araşdırmalar üçün möhkəm zəmin yaratmaq potensialına malik olmaq vacib şərtlərdən biridir. Dünya miqyasında urbanizasiyanın sürətlənməsi, kəskin hava hadisələrinin baş verməsi, uzun müddət quraqlıq dövrləri ilə əlaqəli olan daşqınlar, tropik çiklonlar və istilik dalğaları kimi ekoloji təhlükələrin nəticələri gündən-günə güclənir. Tədqiqat Azərbaycanın ikinci ən böyük şəhəri olan Gəncə şəhərində aparılmışdır. Şəhər daxilində sosial-ekoloji vəziyyətin inkişafının müasir tendensiyaları təhlil edilmişdir. Şəhər geosistemlərinin ayrı-ayrı təbii komponentlərinin texnogen transformasiyasının əsas istiqamətləri, şəhər ərazilərinin inkişafının sosial-ekoloji nəticələri aydınlaşdırılmışdır. Təbii və antropogen sərhədlər daxilində sosial-ekoloji vəziyyətin optimallaşdırılmasının mümkün yolları müəyyən edilmişdir. Şəhərdə təbii və texnogen yükün dərəcəsi artdıqca təbii mühitdə landşaftın komponentləri xüsusilə park və xiyabanlarda kəskin şəkildə özünü göstərir.

Açar sözlər: *şəhər, urboekosistem, iqlim, bitki, çirklənmə*

GİRİŞ:

Şəhər urboekosistemkərinin ətraf mühitinin keyfiyyətinin artırılması və ekoloji balansın qorunması üçün bitki örtüyü mühüm rol oynayır. Urbanizasiya prosesinin sürətlənməsi ilə təbii yaşıl zonalar azalır, bu da havanın çirklənməsinə, istilik effektinin güclənməsinə və insanların sağlamlığına mənfi təsir göstərir. Şəhərlərdə sürətli urbanizasiya təkcə tıxaclar deyil, həm də hava, su və torpağın çirklənməsinə səbəb olub. Şəhər sakinləri kənd sakinlərinə nisbətən daha çox ərzaq, məişət əşyaları və təbii ehtiyatlar istehlak edirlər. Beləliklə, meqapolislər havanın, suyun və torpağın çirklənməsinə səbəb olur və tullantı problemini daha da dərinləşdirir. Bundan əlavə, şəhər ərazilərinin genişlənməsi kənd təsərrüfatı torpaqlarının sahəsini azaldır və biomüxtəlifliyə

zərər verir ki, bu da təbii zonalarda dəyişikliklərə səbəb olur. Sıx məskunlaşmış yaşayış massivləri, sənaye müəssisələri və yol şəbəkələri ətraf mühitə böyük yük yaradır, şəhərlərin ekoloji problemlərini daha da pisləşdirir. Hal-hazırda iri şəhərlərdə hündür binaların tikintisi hava axınına mane olur və havanı sərinləşdirən bitki örtüyü, yaşıllıqların və su hövzələrinin tutduğu ərazilər tez-tez sıradan çıxır[4].

Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatı bildirir ki, çirklənmiş hava insan sağlamlığı üçün əsas təhlükədir. Alimlərin fikrincə, şəhər sakinlərinin 80%-i çirkli hava ilə nəfəs alır və buna görə hər il 7 milyon insan tələf olur[5].

Müasir cəmiyyətdə əsil ictimai abadlıq yaşıl abadlğın salınmasıdır. Respublikamızın müxtəlif iri şəhərlərində yaşıl abadlıq işləri geniş şəkildə aparılır. Təbii ki, şəhərlərdə yaradılan yaşıl ərazilər quşlar, həşəratlar və digər kiçik canlılar üçün yaşayış mühitinin yaranmasına səbəb olur. Bu cür yaşıllıqların salınması ekosistemin tarazlığının qorunmasına və bioloji müxtəlifliyin artmasına töhfə verir.

Material və metodlar: İnkişaf etmiş böyük şəhərlərdə ətraf mühitin, torpağın, çirkab suların, havanın çirklənməsini aradan qaldırılması üçün tədbiq olunan bir sıra müxtəlf metod və texnologiyadan istifadə olunur. Bu metodlar əsasən təmizlənəcək ərazinin xüsusiyyətinə görə seçilir. Ərazinin çirklənmə dərəcəsinə görə fiziki (ağır maddələrin yavaş-yavaş çökdürülməsi və ya müxtəlif filtr sistemləri vasitəsilə fiziki ayrılma), kimyəvi (xlorlama, ozonlama və digər oksidantlar vasitəsilə çirkləndirici maddələrin kimyəvi reaksiyalar yolu ilə parçalanması və oksidləşdirilməsi), bioloji (mikroorqanizmlərin, bakteriyaların və göbələklərin çirkləndirici maddələri təbii olaraq parçalama qabiliyyətindən, bəzi bitkilər vasitəsilə torpaqdakı və ya suda olan toksik maddələrin yığılması, parçalanması üsulu ilə, havadakı və ya suların təmizlənməsi üçün canlı orqanizmlərdən biofiltrlərdən istifadə) inteqrasiya olunmuş və kombinə edilmiş metodlardan istifadə edilir. Bu metodların hər biri ətraf mühitin qorunması və təmizlənməsi üçün tətbiq olunduqları ərazidəki çirkləndiricinin növünə, miqdarına və mühitin özəlliklərinə görə optimallaşdırılır.

İşin məqsədi: Şəhər ekosistemlərində yaşıllıqların salınması havadakı oksigen səviyyəsini artıraraq nəinki təbiətdəki canlılar üçün, həm də insanların fiziki və psixoloji sağlamlığına müsbət təsir göstərir. Parklar və bağlar insanların idman etməsi, istirahət etməsi və stresdən azad olması üçün ideal məkanlardır. Bundan əlavə, bitkilər havanın oksigen səviyyəsini artıraraq nəfəs alma keyfiyyətini yüksəldir.

Hazırda dünya əhalisinin 50%-dən çoxunun şəhər və qəsəbələrdə yaşaması urbanizasiya prosesinin sürətlənməsi mühüm ekoloji problem kimi sürətlə ortaya çıxır.Təxmin edilir ki, qlobal iqtisadi fəaliyyətin 70%-dən çoxu şəhərdaxili məkanlarda cəmlənir, şəhər ətrafı torpaqlar tez-tez sənaye, ticarət və yaşayış sahələrinə çevrilir. Antropogen təsir zamanı torpaqda baş verən dəyişikliklər landşaftın pozulmasına səbəb olur[4]. Həmçinin yerli iqlim, yağıntı rejimləri, enerji balansı, hidroloji, biogeokimyəvi dövrələri və ekosistem məhsuldarlığı dəyişilir. Bu dəyişikliklər torpaq örtüyünə, təbii yaşayış mühitinə, biomüxtəlifliyə və insanların rifahını təmin edən ekosistem xidmətlərinə təsir edir.

Problemlərin həlli üçün şəhər ekosistemində bitkilərin əkilməsi və mövcud yaşıl sahələrin qorunması hər bir vətəndaşın qarşısında duran vacib məsələdir. Bitki örtüyünün faydalarını nəzərə alaraq şəhərsalma və yaşıl infrastrukturun genişləndirilməsi nəticəsində küçələrdə, prospektlərdə, meydanlarda və yolların kənarlarında ağacların əkilməsi havanı təmizləyir və vizual estetik mühit yaradır.

Binaların dam örtüklərində yaşıl damlarin salınması istilik izolyasiyasını yaxşılaşdırır,

suyun buxarlanmasını artırır. Həmçinin bina fasadlarında əkilən bitkilər şəhər mənzərəsini gözəlləşdirir və havanın keyfiyyətininə müsbət təsir göstərir. Şəhər ətrafı meşələrin artırılması zamanı yaşıl kəmərlər şəhərlərdə ekoloji tarazlığın qorunmasına kömək edir və boş qalan ərazilərin abadlaşdırılması və yaşıllaşdırılması şəhər ekosistemini zənginləşdirir.

İşin müzakirəsi: Tədqiqat zamanı bizim əsas məqsədimiz Azərbaycanın ikinci ən böyük şəhəri olan Gəncə şəhərinin ətraf mühitinin keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasında aprılan işləri təhlil etməkdir. Şəhərdə əhali sıxlığı, sənaye fəaliyyəti və nəqliyyat çoxluğu kimi faktorlar ətraf mühitə təsir edir. Əsasən atmosferin çirklənməsi bir neçə əsas mənbədən qaynaqlanır. Bunlar arasında avtomobil nəqliyyatı, sənaye müəssisələri və bəzən əkin sahələrinin təbii ehtiyatlardan istifadə edilmə formasının yanlış olması sayəsində meydana gələn toz və zəhərli qazlar yer alır.

Şəhərin yaxınlığında yerləşən Göygöl və Gəncəçay ətraf mühitə təzyiq göstərən digər amillərdən təsirlənir. Gəncəçayda suyun çirklənməsi əsasən sənaye tullantılarından və ev təsərrüfatlarından qaynaqlanır. Gəncənin şəhər mərkəzində yaşıllıqların artırılması üçün müəyyən təşəbbüslər olsa da, bəzi ərazilərdə betonlaşma və ağac kəsimi hələ də mövcuddur. Lakin şəhərin yaxınlığında bir çox təbii parklar və yaşıllıq sahələri var ki, bu da ekoloji bərpa üçün önəmli rol oynayır. Son illərdə ekoloji vəziyyətin yaxşılaşdırılması məqsədilə Gəncədə bərpa olunan enerji layihələri və digər ekoloji təşəbbüslər həyata keçirilsədə, amma hələ də şəhərin inkişafı ilə bağlı ekoloji problemlərin həllinə daha çox diqqət yetirilməsi vacibdir. Şəhər parklarında çoxlu sayda ağaclar və dekorativ bitkilər mövcuddur ki, bu da onun gözəlliyini və ekoloji əhəmiyyətini artırır. Xüsusilə şəhərdə yaşıl abidə kimi qorunub saxlanan Xan bağında yaşıllıqla bərabər bağın daxilində müxtəlif fəvvarələr, dekorativ elementlər və şəhərin tarixi ilə bağlı abidələr yerləşir.Parkın sakit və təmiz mühiti şəhərin səs-küyündən uzaqlaşmaq və dincəlmək üçün ideal bir yerdir. Gəncə Xan Bağı şəhərin tarixi-mədəni irsinin bir parçasıdır və Gəncəyə gələn qonaqların mütləq ziyarət etdiyi məkanlardan biridir[1].

Gəncəçay hövzəsi təbii gözəlliyi və ekoloji əhəmiyyəti ilə önəmli bir ərazidir. Şəhərin içərisindən keçən Gəncəçay hövzəsinin bitki örtüyü əsasən bölgənin iqlim və relyef xüsusiyyətlərindən asılı olaraq meşə,çay sahili, otlaq və çəmənliklərdən ibarətdir. Gəncəçayın sahilboyu ərazilərində söyüd, qovaq və qamış kimi bitkilər üstünlük təşkil edir. Bu bitkilər sahil ekosistemini qoruyur və suyun axınına uyğunlaşmışdır. Çayın orta və aşağı axınında, xüsusilə düzənlik ərazilərdə geniş otlaq və çəmənlik sahələri mövcuddur. Burada müxtəlif növ yovşan, yonca, çöl çiçəkləri və digər ot bitkiləri yayılıb. Çayın yuxarı axınında, dağətəyi və dağlıq ərazilərdə əsasən vələs, palıd, fıstıq, şam və ağcaqayın kimi ağaclar yayılıb. Bu ərazilər ekoloji baxımdan olduqca vacibdir, çünki eroziyaya qarşı təbii mühafizə rolunu oynayır[3].

Gəncəçay hövzəsinin ekoloji vəziyyəti bir sıra təbii və antropogen amillərdən təsirlənir. Çayın yuxarı axınında ekosistemlər nisbətən daha təmiz olsada, çayın aşağı axınında sənaye müəssisələrinin tullantıları və məişət sularının axıdılması suyun keyfiyyətinə mənfi təsir göstərir[2]. Bu, həm canlılar aləminə, həm də ətraf mühitə ziyan vurur. Şəhər və kənd yaşayış məntəqələrindən gələn plastik və digər məişət tullantıları çayın çirklənməsinə səbəb olur. Son illərdə yağıntıların azalması və temperaturun yüksəlməsi çay hövzəsində suyun azalmasına səbəb olub. Bu da ekosistemə mənfi təsir göstərir. Çayın ekoloji vəziyyətininin bərpası üçün çaya sənaye və məişət tullantılarının axıdılmasının qarşısını almaq, çay sahillərində və eroziyaya meyilli ərazilərdə ekosistemin bərpasını təmin etmək üçün ağac və kol bitkilərin əkilməsi, çay suyunun çirklənməsinin qarşısını alınması vacib şərtlərdəndir. Yaşillaşdirmada əsasən yerli ağac və kollardan istifadi olunbmnasi məqsədəuyğundur.

Azərbaycan respubvlikası Prezidentinin 25 dekabr 2023 il tarixli nSərəncamnı ilə 2024-cü

ili “Yaşıl dünya naminə həmrəylik ilinin elan edilməsinin digər şəhərlər kimi Gəncə şəh\rinin də yaşıllaşdırtılmasında böyük rolu olmuşdur.Cəncə şəhərində salınmış Ekopark və parkın salınmasında ölkə başçısının iştirakı iqlim dəyişkənliyi dövründə iri şəhələ\rdə yaradılan yaşıllıqlara böyük təkan vermişdi[6].

Nəticə

Şəhər ətraf mühitinin qorunması və keyfiyyətinin artırılması üçün ekzotlarla yanaşı yerli ağac, kol, ot bitkilərinbdən istifadə olunması, introduksiyası, çoxaldılması və qorunması vacibdir. Şəhər planlaşdırılmasında yaşıl zonaların genişləndirilməsi, ağac əkilməsi və mövcud bitki örtüyünün mühafizəsi ekoloji tarazlığın qorunmasına mühüm töhfə verəcəkdir. Bitki örtüyünün artırılması, şəhərlərdə ekoloji tarazlığın qorunması və ətraf mühitin keyfiyyətinin yüksəldilməsi üçün vacib addımdır. Bu məqsədlə şəhər planlaşdırılması, ictimai maarifləndirmə və ekoloji layihələr birgə həyata keçirilməlidir. Yaşıllaşdırma strategiyaları həyata keçirildikdə, şəhərlər daha sağlam, ekoloji cəhətdən dayanıqlı və yaşamaq üçün daha rahat məkana çevrilə bilər. Əgər lazımi ekoloji tədbirlər görülərsə iqlim dəyişkənliyi dövründə çayların su keyfiyyətini və bitki örtüyünü qoruması mümkün olacaqdır.

İstifadə olunan ədəbiyyat

1.Bayramova A.A. Guliyeva R.Z., Akhundova S.T., Hajiyeva I.I.Adaptation mechanism of some exotic plants used in the greening of Ganja city. Общество Науки и Творчества. № 18(127). Kazan, 2024.
2.İsmayılov R. A. Azərbaycan çaylarının ekoloji təhlükəsizliyinin qiymətləndirilməsi. Bakı, 2021.
3.İmanov F.Ə., İsmayılov R.A., Nuriyev A.A. Çayların bərpası və ekoloji axımı. Bakı, 2019.
4.Səlimova N.Ə., Şahpələngova B.Ş. Azərbaycanda ekoloji vəziyyətin sağlamlaşdırılması. Metodik vəsait. Bakı, 2008. 91s.
5. Sadıqov A.S., Xəlilov İ.B. Ekologiya və ətraf mühitin mühafizəsi. Dərs vəsaiti, Bakı,2004. 180s.
6.Novruzov V.S., Bayramova A.A. Cop 29-a gedən yolların astanasında. Biomüxtəlifliyin dayanıqlığının təmin edilməsində yeni çağrışlar (COP29)-yaşıl dünya və insan saağlamlığı mövzusunda konfrans.Naxçıvan, 2024.

THE ROLE OF VEGETATİON İN İMPROVİNG THE QUALİTY OF URBAN URBAN ECOSYSTEMS İN THE ERA OF CLİMATE CHANGE

Novruzov Vagif Seyfaddin[1], Bayramova Aynur Akif[2]
[1,2] Ganja State University
vaqif.novruzov@gdu.edu.az https://orcid.org/009-0007-5093-6414
aynur.bayramova@gdu.edu.az https://orcid.org/0009-0007-1441-5265

ABSTRACT

The exacerbation of climate change in large cities often leads to risky consequences for living. As a result, it leads to the destruction of vegetation and agricultural areas in cities. Although many studies have been conducted on the consequences of climate change, vegetation is mainly used as a mitigating factor in the urban environment. This issue was sharply raised in the Paris Agreement on the Framework Convention on Climate Change, COP 29.

The main goal of the article is to offer practical recommendations for greening in the era of climate change to reduce the harmful effects of the urban environment. The main factors of the current harmful effects of the environment are motor vehicle traffic and gas pollution, heavy metals, high temperatures or increased precipitation. As a result of the study, it is one of the important conditions to have the potential to increase green spaces in cities in a multifaceted way and create a solid foundation for further research. The

consequences of environmental hazards such as floods, tropical cyclones and heat waves associated with the acceleration of urbanization on a global scale, the occurrence of severe weather events, prolonged periods of drought are increasing day by day. The study was conducted in Ganja, the second largest city in Azerbaijan. Modern trends in the development of the socio-ecological situation within the city were analyzed. The main directions of technogenic transformation of individual natural components of urban geosystems, socio-ecological consequences of the development of urban areas were clarified. Possible ways to optimize the socio-ecological situation within natural and anthropogenic boundaries were identified. As the degree of natural and technogenic load in the city increases, the components of the landscape in the natural environment are sharply manifested, especially in parks and alleys.
Keywords: *city, urban ecosystem, climate, plants, pollution*

РОЛЬ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В УЛУЧШЕНИИ КАЧЕСТВА ГОРОДСКИХ ЭКОСИСТЕМ В ЭПОХУ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Новрузов Вагиф Сейфаддин[1], Байрамова Айнур Акиф[2]
[1.2] Гянджинский государственный университет
vaqif.novruzov@gdu.edu.az https://orcid.org/009-0007-5093-6414
aynur.bayramova@gdu.edu.az https://orcid.org/0009-0007-1441-5265

РЕЗЮМЕ

Усугубление изменения климата в крупных городах часто приводит к рисковым последствиям для жизни. В результате происходит уничтожение растительности и сельскохозяйственных угодий в городах. Несмотря на то, что было проведено множество исследований по последствиям изменения климата, растительность в основном рассматривается как смягчающий фактор в городской среде. Этот вопрос остро поднимался в Парижском соглашении по Рамочной конвенции ООН об изменении климата и на конференции COP 29.

Основная цель статьи — предложить практические рекомендации по озеленению в эпоху изменения климата с целью снижения вредного воздействия городской среды. Основные факторы современного негативного воздействия на окружающую среду — это движение автотранспорта и газовое загрязнение, тяжёлые металлы, высокая температура или увеличение осадков. В результате исследования было установлено, что наличие потенциала для всестороннего увеличения зелёных зон в городах является важным условием и создает прочную основу для дальнейших исследований.

Последствия экологических угроз, таких как наводнения, тропические циклоны и волны жары, связанных с ускорением урбанизации в глобальном масштабе, случаи экстремальных погодных явлений и продолжительные периоды засухи с каждым днём увеличиваются. Исследование проводилось в Гяндже — втором по величине городе Азербайджана. Были проанализированы современные тенденции развития социально-экологической обстановки в пределах города. Уточнены основные направления техногенной трансформации отдельных природных компонентов городских геосистем, а также социально-экологические последствия развития городских территорий. Были определены возможные пути оптимизации социально-экологической обстановки в пределах природных и антропогенных границ. С увеличением степени природной и техногенной нагрузки в городе компоненты ландшафта в природной среде проявляются особенно остро, в частности в парках и аллеях.

Ключевые слова: город, городская экосистема, климат, растения, загрязнение

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0945

SAĞLAM QİDANIN İNSAN ORQANİZMƏ TƏSİRİ

Fariz Əmirli, Aynur Məmmədova, Günel Əzizova

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan
1 http://orcid.org/0000-0002-9095-2982
2 http://orcid.org/0000-0002-1938-1320
3 http://orcid.org/0000-0003-1913-4554

XÜLASƏ

Məqalədə müasir dünyada aktual olan sağlam qidalanmanın insan orqanizmə təsirinə geniş yer verilmişdir. Sağlam qidalanma insanın böyüməsini, normal inkişafını və həyati funksiyalarını təmin edən, sağlamlığın möhkəmləndirilməsini və xəstəliklərin qarşısının alınmasını təmin edən qidalanmadır. Meyvə, tərəvəz, bütöv taxıl, paxlalılar, qoz-fındıq və balıqla zəngin, doymuş yağ, trans yağ və şəkərlə az və duzda məhdud olan pəhriz ümumi sağlamlıq və xroniki xəstəlik riskinin azalması ilə əlaqələndirilir. Sağlam pəhriz aşağı səviyyədə təmizlənmiş taxıllar, işlənmiş ətlər (məsələn, soyuq ətlər, kolbasa və sosis məmulatları) və şirinləşdirilmiş qidalardan ibarətdir. Fərdi qidalar üçün sağlam qidalanma tövsiyələri, çox güman ki, milli mədəniyyətlərə və pəhriz ənənələrinə görə ölkələr arasında fərqli ola bilər.
Sağlam qidalanma qaydalarına müntəzəm fiziki fəaliyyətlə birlikdə riayət etmək piylənmə, ürək-damar xəstəlikləri, diabet, yüksək qan təzyiqi və xərçəng kimi xroniki xəstəliklərin və pozğunluqların inkişaf riskini azaldır. Urbanizasiya, işlənmiş qidaların artması və insanların həyat tərzinin dəyişməsi onların pəhrizlərində dəyişikliklərə səbəb olub. Bir çox insanlar meyvə, tərəvəz və taxıl kimi lif mənbələrini kifayət qədər qidalanmada istehlak etmirlər. Tərəvəz və meyvələr yaxşı lif və vacib vitamin və mineral mənbəyidir.

Açar sözlər: *sağlam qidalanma, insan orqanizmi, təsir, zülal, pəhriz, kalori, balans, fərdi, piylənmə.*

GİRİŞ

Demək olar ki, dünyanın bütün ölkələrində sağlam qidalanma mövzuları aktual sayılır. Meyvə-tərəvəzin gündəlik rasionda istehlakını nəzərdə tutan sağlam qidalanma tövsiyələrinə geniş yer verilmişdir. Zülalların qəbulu ilə bağlı tövsiyələr ölkələr arasında dəyişir. Burada təbii ki, ölkələrin yerləşdiyi coğrafi faktorlarda təsir edir. Həm heyvan, həm də bitki mənşəli qidalar zülal mənbəyi ola bilsələr də, amin turşuları, yağ turşuları, B_{12} vitamini, bioaktiv dəmir və sink, lif və bitki əlavə məhsulları baxımından ekvivalent deyillər [11]. İstənilən vəziyyətində sağlam pəhriz B_{12} vitamini, dəmir, kalsium və omeqa-3 yağ turşularının alınması üçün xüsusi planlama tələb edir [12]. Ümumi pəhriz tövsiyələri ümumiyyətlə yağsız ət, balıq və ya məhdud və ya orta miqdarda ət istehlakına əsaslanır. Bəzi tövsiyələr qırmızı ət istehlakını məhdudlaşdırmağı təklif edir. Zülal mənbəyi kimi qırmızı ətə alternativ paxlalılar, qoz-fındıq, quş əti və balıqların məhsulları ola bilər.

Tərkib baxımından müxtəlif və balanslı olan sağlam qidalanma fərdi şəxsin cinsi, yaşı, həyat tərzi və fiziki fəaliyyət səviyyəsi kimi xüsusiyyətlərindən, habelə hər bir ölkənin mədəni

ənənələrdən, müəyyən məhsulların yerli istehsal sahələrindən asılı olaraq dəyişə bilər. Sağlam qidalanmanın ümumi prinsiplər dəyişməz olaraq qalır [5]. Sağlam və balanslaşdırılmış qidalanma uşaqların inkişafı üçün, o cümlədən hamiləliyi planlaşdırma zamanı və hamiləlik zamanı xüsusilə vacibdir. Sağlam pəhrizin həmçinin faydalı olması ana südü ilə başlayır və valideynlər uşaqlarına öyrətdikcə davam edir. Bu, daha sonra həyat boyu daha yaxşı performansa, məhsuldarlığa və sağlamlığa çevrilə bilər. Yaşlı və böyüklər üçün sağlam pəhriz onlara daha sağlam, daha aktiv həyat tərzi sürməyə imkan verir. Sağlam qidalanma sağlamlığı yaxşılaşdırmaqla yanaşı, insanların daha xoşbəxt olmasına da kömək edir [10-12].

Məqsəd

Problemin aktuallığı və əlaqəli tədqiqatlar

Tədqiqatın məqsədi sağlam qidalanma qidanın insan orqanizmə təsirinin araşdırılması, həmçinin hansı amillərdən asılı olması və sağlam qidalarda kalorinin balanlaşdırılaraq insan orqonizmə təsirini müəyyən etməkdir [6, 7].

Metodlar

Qidalanma həyatımızın vacib hissəsidir. Qidalanma bədəni ehtiyac duyduğu enerji və qida maddələri ilə təmin edir, həmçinin də sağlamlığın əsasını təşkil edir. Bütün orqanların işi və immunitet sisteminin düzgün işləməsi qidalanmanın sabitliyindən asılıdır.

Bu balansı qurmaq üçün universal resept yoxdur. **Hər bir orqanizm fərdidir.** Burada, aşağıdakı amillər nəzərə alınmalıdır: cins, yaş, genetik xüsusiyyətlər və s. Bunların sayəsində uyğun bir pəhriz yazılması və sağlam qidalanma mümkündür.

Nümunə olaraq cədvəl 1-də kalori ehtiyyacına nəzər salaq. Sağlam və aktiv olmaq üçün işləyən insanlar müxtəlif miqdarda enerjiyə ehtiyac duyurlar.

Cədvəl 1. Kalorinin yaş və cins amillindən asılı olaraq hesablanması

Yaş həddi	Kişilər	Qadınlar
18–30	(15,3 x çəki kq-la) + 679	(14,7 x çəki kq-la) + 496
30–60	(11,6 x çəki kq-la) + 879	(8,7 x çəki kq-la) + 829
60-dan yuxarı	(13,5 x çəki kq-la) + 487	(10,5 x çəki kq-la) + 596

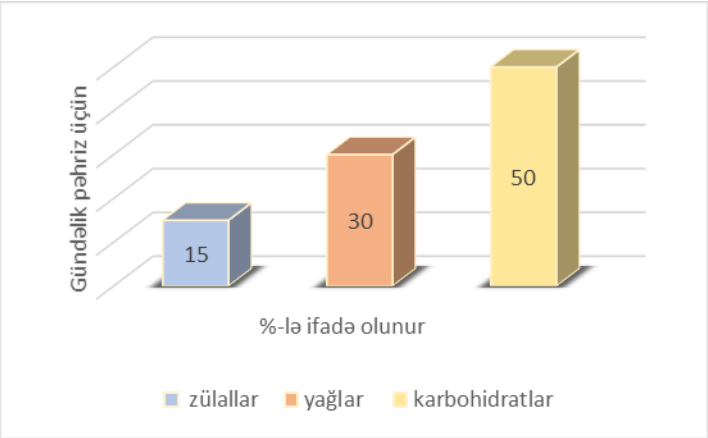
Sağlam qidalanma üçün aşağıdakıları bilmək vacibdir.

- **Əsas qida maddələri**
- **məhsulların kalori dəyəri**
- **bədən kütləsi indeksi**
- **zülallar, yağlar və karbohidratlar**

Bütün qidalarımız makro və mikroelementlərdən ibarətdir. Bu kiçik “kərpiclər” bədənin hər bir hüceyrəsini qidalandırır və ona enerji verir. Makronutrientlərə zülallar, yağlar, karbohidratlar və liflər daxildir. Mikroelementlər vitaminlər və minerallardır. Sağlam qidalanmanın əsas prinsipi maddələr və enerji balansını qorumaqdır.

Zülallar, yağlar və karbohidratlar - onlar oksidləşdikdə, orqanizm həyatda qalmaq üçün lazım olan enerjini tənzimləyir. Lakin bu maddələrin fərqli funksiyaları var. Sağlam bir pəhriz üçün qramların miqdarı müxtəlif şəkildə dəyişir.

Gündəlik pəhrizdə zülallar 15%, yağlar - 30%, karbohidratlar - 50% təşkil etməlidir (şəkil 1).



Şəkil 1. Gündəlik pəhrizdə zülallar, yağlar və karbohidratların faiz göstəriciləri

Makronutrientlərin hər biri orqanizmdə mühüm rol oynayır. Qana daxil olan zülallar amin turşularına parçalanır - və bu turşular sanki bədənimizi qurur, toxumaları əmələ gətirir və bərpa edir. Zülal çatışmazlığı hətta gündəlik əhvalımıza təsir edə bilər. Yağlar isə enerjinin saxlanmasında böyük rol oynayır, 1 qrama 9 kkal təşkil edir. Buna görə, məsələn, qərb tədqiqatçıları yüksək yağ tərkibli qidaya ehtiyac duyurlar - bu, Uzaq Şimal şəraitində termorequlyasiya üçün vacibdir.
Əsas makronutrientləri təşkil edən qidalara cədvəl 2-də verilmişdir.

Cədvəl 2. Züllalar, yağlar və karbohidratlara aid olan məhsullar

Zülallar	**Yağlar**	**Karbohidratlar**
Ət məhsulları	Bitki yağları	Çörək
Balıq məhsulları	Qoz-fındıq	Makaron
Toyuq məhsulları	Balıq yağı	Taxıllar
Yumurta	Kakao	Paxlalılar
Kəsmik		Tərəvəz
Pendir		Meyvələr
Paxlalılar		
Süd məhsulları		

Kalorinin hesablanması aşağıdakı diaqramda verilən amillərdən asılıdır.



Şəkil 2. Kalorinin hesablanması təsir edən amillər

Kalorinin qəbulu norması qadınlar və kişilər üçün müxtəlif cür hesablanır.

Qadınlar üçün orta gündəlik kalori qəbulu yaşdan asılı olaraq təxminən 2200-2400 kkal təşkil edir. 30 yaşdan kiçik kişilər üçün - 2400-3000 kkaldır. Hər bir vəziyyətdə hesablama fərdi şəkildə olur.

Nəticə

Qidaların enerji dəyərinin hesablanması pəhrizinizi balanslaşdırmağa kömək edən amillərdəndir. Gündəlik qida qəbulunu sizə kömək edəcək, burada gün ərzində yediyiniz hər şeyi yazmalısınız. Qida ekspertlərinin tövsiyələri gündəlik kalori istehlakı üçün aşağıdakı normaları verir:
qadınlar üçün - yükdən asılı olaraq 1700 ilə 3000 kkal;
Kişilər üçün rəqəmlər bir qədər yüksəkdir - 2150 ilə 3800 kkal arasında.
Düzgün qidalanma zamanı defisit yaratmalısınız. Qidalanma il yanaşı idman, gəzinti zamanı 10-20% daha çox kalori sərf edin.
Gün ərzində kalorilərin paylanması təxminən aşağıdakı kimi olmalıdır:
səhər yeməyi 25-30%;
nahar 30-35%;
Şam yeməyi 20-25%.
Ancaq arıqlamaq vacibdirsə, o zaman qadınlar üçün xüsusilə vacib olan karbohidratların miqdarını azaltmaqla nisbətləri tənzimləmək lazımdır. Eyni zamanda səhərlər karbohidratlar, axşamlar isə zülallı qidalar yemək daha yaxşıdır.
Sağlam qidalanmanın faydaları

- Daha uzun ömürlü olmağa kömək edir.
- Dərini, dişləri və gözləri sağlam saxlayır.
- Əzələləri normal fəaliyyətini tənzimləyir
- İmmuniteti gücləndirir.
- Sümükləri gücləndirir.
- Ürək xəstəliyi, tip 2 diabet və bəzi xərçəng növləri riskini azaldır.
- Sağlam hamiləlik və ana südü ilə qidalanmanı dəstəkləyir.
- Həzm sisteminin fəaliyyətinə kömək edir.
- Sağlam çəki əldə etməyə və saxlamağa kömək edir

Ədəbiyyat

1. Konak Ü. İ., Certel M., Helhel S. (2009). Gıda Sanayisinde mikrodalga uygulamaları, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 4(3): 20-31.
2. Turgut T. (2016). The effect of microwave heating on the some quality properties and shelf life of yoghurt. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 22 (6): 809-814. https://doi.org/10.9775/kvfd.2016.14875.
3. Deghan A., Jamalian J., Farahnaky A., Mesbahi G., Moosavi-Nasab M. (2012). The effect of microwave pasteurization on some physical and chemical characteristics of milk. International Journal of food Engineering 8(1): 1-12. https://doi.org/10.1515/1556-3758.2423.
4. Agrawal D. (2006). Microwave sintering of Ceramics, Composites and Metallic Materials and Melting of glasses., Transactions of the İndian Ceramic Society, 65 (3), 129-144. https://doi.org/1080/0371750X.2006.11012292.
5. Eroğlu A., Selcuk Cirig N. (2019). Mikrodalga Enerjisinin Buğdayda Çimlenme, Erken Fide Büyümesi ve Mitotik Bölünme Üzerine Etkisi, Doğu Fen Bilimleri Dergisi / Journal of

Natural&Applied Sciences of East, 2 (2): 61-68.
6. Keglevich G., (2022). The Application of Microwaves in the Esterification of P-Acids, Current Microwave Chemistry, 9, 62-64. https://doi.org/10.2174/2213335610666230105162405.
7. Kale M. J., Bhat N., (2011) Effect of microwave pretreatment on the dyeing behaviour of polyester fabric, Coloration Technology, Volume127, Issue6, pp. 365-371, https://doi.org/10.1111/j.1478-4408.2011.00332.x
8. Montano, J.,G.,Torrades, F., Leonidas, A., Estrada, P., Ollder, I., Malato, S., Maldonado, M.,I., Peral, J., Degradation Pathways Of The Commerical Reactive Azo Dye Procion Red H-E7b
9. Under Solar - Assisted Photo – Fenton Reaction, Environmental Science Technology, 42(17), 6663-6670, 2008.
10. Amirli F.A., Aghamaliyev Z. Z., Abdullayeva I.G., Pashayeva Z.N.&Aghamaliyeva D.B. The role of nutrition in ensuring healthy living. Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2(148), 2024., 629-638. DOI: 10.32010/mpmc2024.085
11. Ağamalıyev Z.Z., Abdullayeva İ.Q. Müasir insanın qida pəhrizi və çatışmamazlıqlar. International Conference dedicated to the 60th anniversary of the establishment of the Department of Technology of organic substances and high-molecular compounds. “Modern problems of macromolecular compound technology”. 25-26 Aprel 2024, p.151.
12. Abbasov V.M., Əmirli F.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Z.V., Quliyeva N.R. Qida kimyası. Dərslik. Bakı: Elm, 2023, 260 s.

THE EFFECT OF HEALTHY NUTRITION ON THE HUMAN ORGANISM

Fariz Amirli, Aynur Mammadova, Gunel Azizova
Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan
1 http://orcid.org/0000-0002-9095-2982
2 http://orcid.org/0000-0002-1938-1320
3 http://orcid.org/0000-0003-1913-4554

ABSTRACT
A healthy diet is a diet that supports human growth, normal development and vital functions, promotes health and prevents disease. A diet rich in fruits, vegetables, whole grains, legumes, nuts and fish, and low in saturated fat, trans fat and sugar, and limited in salt, is associated with overall health and a reduced risk of chronic disease. A healthy diet includes low levels of refined grains, processed meats (e.g., deli meats) and sweetened foods. Healthy dietary recommendations for individual foods are likely to vary between countries, depending on national cultures and dietary traditions.
Following a healthy diet, combined with regular physical activity, reduces the risk of developing chronic diseases and disorders such as obesity, cardiovascular disease, diabetes, high blood pressure and cancer. Urbanization, the increase in processed foods and changes in people's lifestyles have led to changes in their diets. Many people do not consume enough sources of fiber, such as fruits, vegetables and whole grains. Vegetables and fruits are good sources of fiber and essential vitamins and minerals. Almost all countries have recommendations for a healthy diet that includes the consumption of vegetables and fruits. Recommendations for protein intake vary between countries. Although both animal and plant foods can be sources of protein, they are not equivalent in terms of amino acids, fatty acids, vitamin B 12, bioavailable iron and zinc, fiber, and plant-based supplements. In the case of veganism, a healthy diet requires special planning for the intake of vitamin B12, iron, calcium, and omega-3 fatty acids. General dietary recommendations

are generally based on the consumption of lean meat, fish, or limited or moderate amounts of meat. Some recommendations suggest limiting the consumption of red meat. Alternatives to red meat as a source of protein can include legumes, nuts, poultry, and fish.
A healthy diet that is varied and balanced in composition depends on the characteristics of the individual, such as gender, age, lifestyle, and level of physical activity, as well as cultural traditions, local availability of certain products, their prices, and customs duties. The general principles remain unchanged. A healthy and balanced diet is essential for the development of childre, including for mothers during planning and pregnancy. Instilling a healthy diet begins with breastfeeding and continues as parents teach their children. This can later translate into better academic performance, productivity, and health throughout life. A healthy diet for older adults allows them to lead healthier, more active lives. In addition to improving health, a healthy diet also helps people to be happier.
Keywords: Healthy, human, protein, diet, food, nutrition, diet.

ВЛИЯНИЕ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Фариз Амирли, Айнур Мамедова, Гюнель Азизова
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
1 http://orcid.org/0000-0002-9095-2982
2 http://orcid.org/0000-0002-1938-1320
3 http://orcid.org/0000-0003-1913-4554

РЕЗЮМЕ

В статье подробно рассматривается влияние здорового питания на организм человека, что актуально в современном мире. Здоровое питание — это питание, которое обеспечивает рост, нормальное развитие и жизнедеятельность человека, укрепляет здоровье и предупреждает заболевания. Диета, богатая фруктами, овощами, цельным зерном, бобовыми, орехами и рыбой, с низким содержанием насыщенных жиров, трансжиров и сахара, а также ограниченным содержанием соли, способствует общему улучшению здоровья и снижению риска хронических заболеваний. Здоровая диета предполагает употребление небольшого количества очищенных зерновых, обработанного мяса (например, мясной нарезки) и подслащенных продуктов. Рекомендации по здоровому питанию для отдельных продуктов питания, вероятно, будут различаться в разных странах из-за национальных культур и пищевых традиций.
Соблюдение здорового питания в сочетании с регулярной физической активностью снижает риск развития хронических заболеваний и расстройств, таких как ожирение, сердечно-сосудистые заболевания, диабет, высокое кровяное давление и рак. Урбанизация, рост потребления обработанных пищевых продуктов и изменение образа жизни привели к изменениям в рационе питания людей. Многие люди не потребляют в своем рационе достаточного количества источников клетчатки, таких как фрукты, овощи и зерновые. Овощи и фрукты являются хорошими источниками клетчатки, а также важных витаминов и минералов.
Ключевые слова: здоровое, питание, организм человека, эффект, белок, диета, калорийность, баланс, личность.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0951

ÇİA TOXUMUNUNDAN ALINAN CECƏNİN KULİNARİYADA TƏTBİQİ VƏ TƏHLÜKƏSİZLİK GÖSTƏRİCİLƏRİNİN ARAŞDIRILMASI

Günəş Nəsrullayeva[1,2], Mehriban Yusifova[1,2], Mehriban Məhərrəmova[1], Afilə Qurbanova[1]

[1]Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti, "Mühəndislik və tətbiqi elmlər"kafedrası
Iqtisad üzrə fəlsəfə doktoru, dosent,Gunash_Nasrullayeva_@unec.edu.az
https://orcid.org/0000-0003-2661-8354 (m.tel:+0503570737)
Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent Mehriban_Yusifova@unec.edu.az
https://orcid.org/0000-0001-7608-5950
"Qida mühəndisiliyi" ixtisası bölmə rəhbəri, Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru,
dosentMehriban_Maharramova@unec.edu.az
https://orcid.org/0000-0002-8359-5112
Biologiya elmləri namizədi, dosent,Afile_Qurbanova@unec.edu.az
[2]Azərbaycan Texniki Universiteti, "Maşın dizaynı və sənaye texnologiyalara" kafedrası

XÜLASƏ

Məqalədə çia toxumundan alınan cecənin keyfiyyətinin fiziki-kimyəvi göstəriciləri təqdim olunur. Çia toxumunun cecəsinin təhlükəsizlik göstəriciləri araşdırıldı. Çia toxumu cecəsindən istifadə edərək qiymə ət sistemlərinin orqanoleptik və reoloji xüsusiyyətləri tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, fiziki-kimyəvi keyfiyyət göstəricilərinə, eləcə də çia toxumlarının təhlükəsizlik göstəriciləri qida məqsədli cecə üçün tənzimlənən keyfiyyət göstəricilərinə uyğundur. Çia toxumu cecəsindən alınan un hissəciklərinin ölçüsü model sistemlərin struktur mexaniki xüsusiyyətlərinə təsiri öyrənilmişdir.

Açar sözlər: *çia toxumları, keyfiyyət göstəriciləri, təhlükəsizlik, model sistemləri, struktur və mexaniki xüsusiyyətlər, cecə*

GİRİŞ

Yağlı toxumların əksəriyyətinin cecə və şrotları əsasən bitki yeminin yüksək proteinli komponentləri hesab olunur, bu gün onların qida istehsalında istifadəsi perspektivləri yeni məhsullara yalnız zülallar hesabına deyil, həm də pəhriz lifləri, lignanlar və bir sıra digər eyni dərəcədə qiymətli komponentlər hesabına funksional xüsusiyyətlər vermək imkanı ilə əlaqələndirilir.

Yağlı toxum cecəsinin kimyəvi tərkibinin xüsusiyyəti, qida əleyhinə və zəhərli birləşmələrin olmamasıdır.

Çia toxumunun tərkibi liflər ilə olduqca zəngindir. Çia toxumlarının tərkibində 30% yağ, 25% karbohidrat, 20%-ə yaxın miqdarda lif vardır. Gündəlik qəbul edilməli olan lifləri məhz bu toxum vasitəsilə tarazlaşdıra bilərik. İnsulin miqdarını normal saxlamaq üçün lif vacib bir maddədir. Bağırsaqların təmizlənməsi üçün liflər xüsusi rol oynayır. İnsanlara enerji verir. Çia toxumu həmçinin xolesterin miqdarını azaltmağa da kömək edir. Çia toxumları həmçinin iltihablanmanı aradan qaldırılmasında xüsusi rol oynayır. Çia toxumlarının tərkibində miqdarca yüksək olan linoleik turşusu vardır ki, insanda A, D, E, K kimi yağda həll olan vitaminlərin rahat mənimsənilməsinə yol açır. Tərkibində həmçinin, Omeqa-3 mövcuddur. Bunun nəticəsində insanda qan təzyiqi azalır, ürəyi müəyyən xəstəliklərə qarşı qorumuş olur.

Çia toxumunun belə geniş müsbət təsirləri olduğu halda bir sıra mənfi xüsusiyyətləridə vardır. Çox miqdarda çia toxumu həzm probleminə səbəb ola bilir. İshal və artan qaz meydana gəlməsi mümkündür. Bu cür yan təsirlərə görə məhsul uşaqlar və hamilə qadınlar üçün tövsiyə edilmir. Toxum çox istifadə etmək qanı duruldur ki, bu da həmişə yaxşı bir şey deyildir.

Məqsəd

Problemin aktuallığı və əlaqəli tədqiqatlar

Bir çox tədqiqatçıların əsərlərində [5] yağlı toxum məhsullarının istifadəsinin insan sağlamlığına müsbət təsiri qeyd olunur. Beləki ürək-damar xəstəlikləri ilə əlaqədar, onkologiyanın qarşısının alınması üçün müalicəvi xüsusiyyətlərin olması müəyyən edilmişdir. Göstərilən maddələr bu xəstəliklərin daha az rast gəlməsinə səbəb ola bilər: omeqa-3 yağ turşuları – xərçəng şişinin görünüşünü və böyüməsini maneə törədir, omeqa-3 yağ turşuları və lignanlar Parkinson xəstəliyi və astma ilə mübarizədə istifadə olunur; qanda pis xolesterol səviyyəsini azaltmağa, ürək-damar sistemini dəstəkləməyə qadirdirlər; lignanlar – aterosklerotik lövhələrin yığılmasını 75% azaldır.

Alimlər [1-2] qeyd etdilər ki, "çia emal məhsullarının pəhrizə daxil edilməsi bağırsaq hərəkətliliyini stimullaşdırır, xarici maddələri çıxarır, qan şəkərini azaldır və bədən çəkisini azaltmağa kömək edir." Müəlliflər "çia polisaxridlərinin diabet və koronar-damar xəstəliklərinin inkişaf riskini azaltdığını"təsbit etmişlər.

Yüksək qida və bioloji dəyəri sayəsində funksional qida istehsalında zənginləşdirici maddələr rolunu oynaya bilən yağlı toxum emalının yan məhsullarının istifadəsi qida texnologiyalarının tədqiqi və təkmilləşdirilməsinin aktual sahəsidir [3].

Metodlar

Çia cecəsinin təhlükəsizlik göstəricilərini tədqiqi

Çia cecəsinin keyfiyyəti, bildiyiniz kimi, təbii və iqlim şəraitindən asılıdır, buna görə də onun təhlükəsizlik göstəricilərini öyrənmək məqsədəuyğun hesab olunurdu.

Qida məqsədli cecənin və tədqiq olunan cecələrin tənzimlənən fiziki və kimyəvi keyfiyyət göstəriciləri cədvəl 1-də təqdim olunur.

Cədvəl 1. Çia toxumları cecəsinin fiziki və kimyəvi göstəriciləri

Göstəricinin adı	Tənzimlənən göstəricilər [6]	Tədqiqi olunan çia toxumları cecəsinin göstəriciləri
Nəmin kütlə payı,%, çox olamayaraq	8,7	7,6
Quru maddə baxımından çia cecəsi üçün xam zülalın kütlə payı,%, az olmayaraq	19,5	35,4
Quru maddə baxımından xam yağın kütlə payı,%, çox olamayaraq	22,0	13,5
Xlor turşusunda həll olunmayan külün kütlə payı,%, çox olamayaraq	1,0	0,39
Metal qarışıqların kütlə payı,%, çox olamayaraq: - toz şəklində hissəciklər - 2 mm-ə qədər hissəciklər - 2 mm-dən böyük hissəciklər, kəskin kəsici kənarları olan hissəciklər	 0,01 0,001 İcazə verilmir	 - Yoxdur Yoxdur
Xarici qarışıqlar	İcazə verilmir	Kənar qarışıqlar olmadan
Xırdalanma ölçüsü	1.0 nömrəli ələkdən qalıqsız keçid	1.0 nömrəli ələkdən qalıqsız keçid

Cədvəl 1-də təqdim olunan məlumatlara görə, çıa cecəsinin keyfiyyətinin fiziki-kimyəvi göstəricilərinin tənzimlənənlərə tam uyğun olduğu aydın olur.

Məlumdur [4] ki, cecə üçün yağlı xammalın dağıdılmış hüceyrələrinə xas olan dağıdıcı, hidrolitik və oksidləşdirici proseslərin nizamsız gedişi xarakterikdir.

İstehsal olunan cecə sürətlə oksidləşən yağın yüksək və kifayət qədər qeyri – sabit (partiyadan partiyaya) tərkibi ilə fərqləndiyini nəzərə alaraq müəlliflər [4] tənzimlənən təhlükəsizlik göstəriciləri ilə yanaşı (Cədvəl 2) oksidləşdirici və hidrolitik xarab olma göstəricilərinin-turşu və peroksid ədədlərinin siyahısına əlavə giriş təklif etmişdir. Qida cecəsinin təhlükəsizlik göstəriciləri Cədvəl 2-də təqdim olunur.

Cədvəl 2. Çia cecəsinin təhlükəsizlik göstəriciləri

Göstəricinin adı		Tənzimlənən göstəricilər [6]	Nümunədə
1		2	3
İcazə verilməyən Məhsulun kütləsi (g)	patogen, o cümlədən Salmonella	25,0	Müəyyən olunmadı
	BGKP (koliformlar)	0,1	Müəyyən olunmadı
	S. aureus	0,1	Müəyyən olunmadı
	sulfit azaldıcı klostridiya	0,1	Müəyyən olunmadı
1		2	3
MAFAnMM (aerob və fakultativ-anaerob mikroorqanizmlərin miqdarı), KƏV/q (koloniya əmələ gətirən vahid) , çox deyil		5×10^4	$6,2\times10^3$
Maya, KƏV/q, artıq deyil		1×10^2	1×10^1
Kif, KƏV/q, artıq deyil		1×10^2	1×10^1
Zəhərli elementlər, mq / kq, artıq deyil:	qurğuşun	1,0	0,18
	arsen	1,0	0,4
	kadmiyum	0,2	0,085
	civə	0,03	0,01
Pestisidlər, mq / kq, artıq deyil: - hexaxlorosikloheksan (a -, b -, y-izomerlər) - DDT və onun metabolitləri		 0,4 0,1	 Müəyyən olunmadı Müəyyən olunmadı
Yağın oksidləşdirici və hidrolitik korlanmasının göstəriciləri, artıq deyil: - turşu sayı, mg KOH /q yağ - peroksid sayı, mmol aktiv oksigen / kq yağ		 4,0 10,0	 0 1,6
Mikotoksinlər: aflatoksin B_1, mq / kq, çox deyil		0,005	0,001
Seziumun xüsusi aktivlyi-137, Bk/kq, çox deyil		80,0	Aşağı olmayaraq 4,85

Cədvəl 2-də göstərilən məqbul səviyyələrə görə təhlil olunan çıa cecəsi partiyasının, sınaqlara tam uyğunluğunu müəyyən olundu. Yağ tərkibi nəzərə alınmaqla hesablanmış oksidləşdirici və hidrolitik ziyan göstəriciləri yağ və yağ məhsulları üçün müəyyən edilmiş təhlükəsizlik səviyyələrindədir.

Buna görə çia cecəsinin təhlükəsiz bir bitki xammalıdır (tərkib hissəsi) və qida istehsalı üçün istifadə edilə bilər.

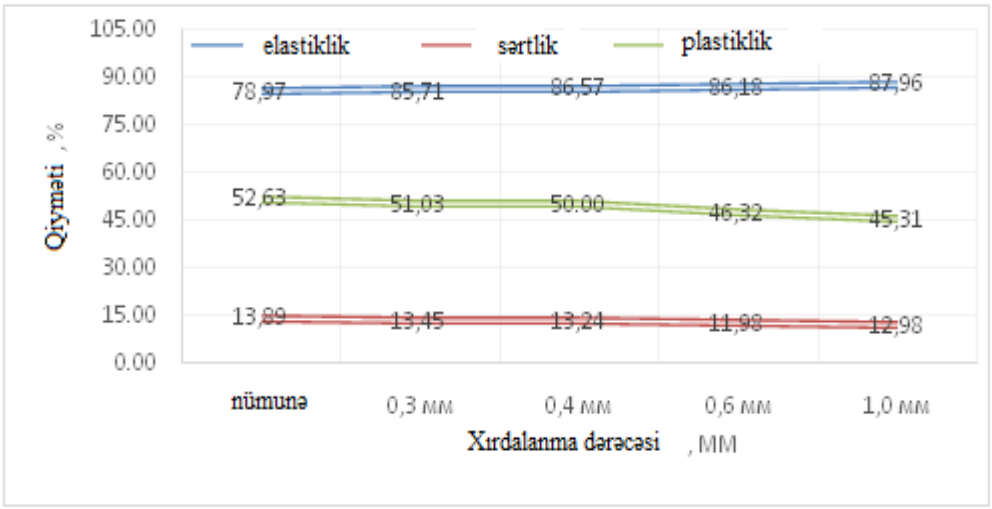
Çıa cecəsi ununun texnoloji xüsusiyyətləri üyüdülmə dərəcəsindən asılıdır. 0,3-0,4 mm üyüdülmə dərəcəsi olan çia cecəsi ununun ən yaxşı texnoloji xüsusiyyətlərə malik olduğu

göstərilir.

Çıa cecəsi unun üyüdülmə dərəcəsi, unun texnoloji xüsusiyyətlərinə təsir göstərdiyindən, sonrakı işlərdə üyüdülmə dərəcəsinin ət sisteminin keyfiyyətinin struktur, mexaniki və orqanoleptik göstəricilərinə təsiri araşdırılmışdır.

Məlumdur ki, məhsulların xüsusiyyətləri əsasən reoloji xüsusiyyətlərindən, xüsusən elastik deformasiyalardan asılıdır. Elastik deformasiyalar sabit gərginliyin təsir müddəti ilə mütənasibdir (P=const) və yük çıxarıldıqdan sonra (P=0), 0,3 mm, 0,4 mm, 0,6 mm və 1,0 mm olan un əlavə edilmiş ət model sistemləri üçün çıxarıldı. Onlar ət sisteminin deformasiyasının kinetikası əyrisi ilə müəyyən edilən struktur özlülüyü və onun kəmiyyət xüsusiyyətləri (elastiklik, elastiklik, plastiklik) ilə xarakterizə olunur.

Cecə ununun üyüdülmə dərəcəsindən asılı olaraq nəzarət nümunəsi və nümunələrinin quş əti model sistemlərinin reoloji xüsusiyyətləri, şəkil 1-də təqdim olunur.



Şəkil 1. Model sistemlərinin elastikliyinin, sərtliyinin, plastikliyinin çia cecəsi ununun üyüdülmə dərəcəsindən asılılığı

Təqdim olunan məlumatlardan aydın olur ki, quş ətindən hazırlanmış ət model sisteminə çia cecəsi unu əlavə edildikdə, hissəcik ölçüsü 0,3 mm-dən 1,0 mm-ə qədər 1,28% artdıqda elastiklik bir qədər artdı. Eyni zamanda, ölçüsü 1,0 mm olan hissəciklərin tətbiqi ilə elastiklik 0,3% artmışdır.

Yerli quş əti model sisteminə çia cecəsi unu əlavə edildikdə, artan hissəcik ölçüsü ilə plastiklik və elastiklik müvafiq olaraq 4.64% və 2.28% azaldı. Eyni zamanda, ölçüsü 0,3 mm olan hissəciklər müvafiq olaraq 1,80% və 0,93% daxil olduqda plastiklik və elastiklik bir qədər azaldı.

Elastiklik, plastiklik və elastiklikdəki bu cür dəyişikliklər cecə ununda seliyin olması ilə əlaqələndirilir. Buna görə, əlavə tədqiqatlar üçün hissəcik ölçüləri 0,3-0,4 mm olan çia cecəsi unundan istifadə etmək nəzərdə tutulmuşdur.

Ət məhsullarının istehsalında hazır məhsulların keyfiyyətinin orqanoleptik göstəriciləri böyük əhəmiyyət kəsb etdiyindən, tədqiqatda quş ətindən hazırlanan ət model sistemlərinin keyfiyyətinin orqanoleptik göstəriciləri, çia toxumları unun üyüdülmə dərəcəsindən asılı olaraq öyrənilmişdir (Cədvəl 3).

Cədvəl. 3. Üyüdülmə dərəcəsindən asılı olaraq çia toxumları cecəsi unundan istifadə edərək ət model sistemlərinin keyfiyyətinin orqanoleptik göstəriciləri

Çıa cecə ununun üyüdülmə dərəcəsi	Çia cecə unundan istifadə edərək model sistemlərinin keyfiyyətinin orqanoleptik göstəricilərinin xüsusiyyətləri
0,3	Model sisteminin görünüşü quş əti istifadə edərək model sistemlərə uyğundur. Çia cecəsinin ətri gələn quş ətinə xas olan qoxu. Açıq boz rəngli modul sistem rəngi
0,4	Model sisteminin görünüşü quş əti istifadə edərək model sistemlərə uyğundur. Çia cecəsinin yüngül ətri gələn quş ətinə xas olan qoxu. Boz rəngli modul sistem rəngi
0,6	Model sisteminin görünüşü, chia pomace hissəciklərinin daxil edilməsi ilə quş əti istifadə edən model sistemlərə uyğundur. Çia cecəsinin yüngül yüngül ətri gələn quş ətinə xas olan qoxu. Modul sistemin rəngi tünd boz rəngdədir
1,0	Model sisteminin görünüşü, chia pomace hissəciklərinin daxil edilməsi ilə quş əti istifadə edən model sistemlərə uyğundur. Çia cecəsinin yüngül ətri gələn quş ətinə xas olan qoxu. Modul sistemin rəngi tünd boz rəngdədir

Cədvəl 3-də təqdim olunan məlumatlara əsasən, 0,3 mm və 0,4 mm üyüdülmə dərəcəsi olan çia cecə unundan istifadə edərək quş əti model sistemlərinin görünüşü və qoxusu eynidır, bu sistemlər yalnız açıq bozdan boz rəngə qədər fərqlənirdi. 0,6 mm və 1,0 mm üyüdülmə dərəcəsi olan çia cecəsi unundan istifadə edən model sistemlərin nümunələri əvvəlki nümunələrdən keyfiyyətini aşağı salan çia cecəsi hissəciklərinin görünən daxilolmaları ilə fərqlənirdi.

Nəticə

Müəyyən edilmişdir ki, fiziki-kimyəvi keyfiyyət göstəricilərinə, eləcə də təhlükəsizlik göstəricilərinə görə çia cecəsi qida məqsədli cecələrə təqdim olunan tənzimlənən təhlükəsizlik göstəricilərinə uyğundur. Çia cecəsi ununun hissəcik ölçüsünün model sisteminin struktur və mexaniki xüsusiyyətlərinə təsiri öyrənilmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, model sistemlərinin elastikliyi, hissəcik ölçüsünün artması ilə, nəzarət nümunəsi ilə müqayisədə artır (2,6 %), plastiklik azalır (14,4 %) və elastiklik də (19,3 %) azalır. Müəyyən edilmişdir ki, 0,3–0,4 mm hissəcik ölçüləri ilə çia cecəsi unundan istifadə etmək daha məqsədəuyğundur, bu bişmiş kolbasaya xas olan model sistemlərə kifayət qədər yaxşı struktur və mexaniki xüsusiyyətlər təmin edə biləcəkdir.

Ədəbiyyat

1. Шульвинская И. В., Доля О. А., Широкорядова О. В. Композиционные белковые добавки из семян масличных и бахчевых растений // Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 5–6. – С. 40–42.
2. Ивардава М. И. Омега-3 в детской практике // Педиатрическая фармакология. – 2012. – № 9 (6). – С. 92–94.
3. Пахомова О. Н. Перспективность использования жмыхов и шротов масличных культур // Науч. зап. ОрелГИЭТ. – 2011. – №2. – С. 377–381.
4. Егорова Е. Ю., Бочкарев Н. С., Резниченко И. Ю. Определение технических требований к жмыхам нетрадиционных масличных культур пищевого назначения // Техника и технологии пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 131–138.
5. Ловкис З. В., Усеня Ю. С., Уложинова М. Ю., Филатова Л. В. Применение клетчатки льняной как физиологически функционального ингредиента в производстве обогащенных пищевых концентратов // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2019. – Т. 7. – № 3. – С. 368–378.

THE USE OF CHIA SEED CAKE IN COOKING AND THE STUDY OF SAFETY INDICATORS

Gunash Nasrullayeva[1, 2], Mehriban Yusifova[1, 2], Mehriban Maharramova[1], Afila Gurbanova [1]

[1]Azerbaijan State University of Economics, Department of Engineering and Applied Sciences, PhD in Economics, Associate Professor Gunash_Nasrullayeva_@unec.edu.az
https://orcid.org/0000-0003-2661-8354
Doctor of Philosophy in Biology, Associate Professor Mehriban_Yusifova@unec.edu.az
https://orcid.org/0000-0001-7608-5950
Doctor of Philosophy in Biology, Associate Professor Mehriban_Maharramova@unec.edu.az
https://orcid.org/0000-0002-8359-5112
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor Afile_Qurbanova@unec.edu.az
[2]Azerbaijan Technical University, Department of "Machine Design and Industrial Technologies"

ABSTRACT

The oilcakes and meal of most oilseeds were considered mainly as high-protein components of plant feeds. Today, the prospects for their use in food production are associated with the possibility of giving new products functional properties not only due to proteins, but also due to dietary fiber, lignans and a number of other components that are no less valuable in our diet.

A feature of the chemical composition of oilseeds is the absence of anti-nutritive and toxic compounds, since even in seeds of modern varieties of linamarin (a nitrile glucoside that breaks down under the action of glucosidase to form prussic acid) is present in trace amounts that are not critical in terms of the nutritional use of oilcakes.

The article presents the physico-chemical quality indicators of the cake obtained from chia seeds.The safety indicators of chia seed cake were studied.Organoleptic and rheological properties of minced meat systems are shown using chia seed cake.It has been established that the physico-chemical quality indicators include, it also meets the quality standards of chia seeds, regulated for food purposes, in accordance with safety indicators.The effect of the particle size of chia seed flour on the structural and mechanical properties of model systems has been studied.

Keywords: chia seeds, quality indicators, safety, model systems, structural andmechanical properties.

ПРИМЕНЕНИЯ ЖМЫХА ИЗ СЕМЯН ЧИА В КУЛИНАРИИ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Гунаш Насруллаева[1, 2],Мехрибан Юсифова[1, 2], Мехрибан Магеррамова[1], Афила Гурбанова [1]

1 Азербайджанский Государственный Экономический Университет, кафедра "Инженерия и прикладные науки"
2 Азербайджанский Технический Университет, кафедра "Дизайн машин и промышленные технологии"
Доктор философии по экономике, доцентGunash_Nasrullayeva_@unec.edu.az
https://orcid.org/0000-0003-2661-8354 (m.tel.:+0503570737)
Доктор философии по биологии, доцентMehriban_Yusifova@unec.edu.az
https://orcid.org/0000-0001-7608-5950
Доктор философии по биологии, доцентMehriban_Maharramova@unec.edu.az
https://orcid.org/0000-0002-8359-5112
Кандидат биологических наук, доцентAfile_Qurbanova@unec.edu.az

РЕЗЮМЕ

Пожитки и шрот многих масличных культур рассматривались в основном как высокобелковые компоненты растительных кормов. Сегодня использовние масличных семян в производстве продуктов питания является перспективным, поскольку они сособны придать функциональных свойств новым продуктам не только за счет белков, но и за счет пищевых волокон, лигнанов и ряда других компонентов, имеющих не меньшую ценность в нашем рационе.

Химический состава масличных культур характеризуется отсутствие антипитательных и токсичных соединений. Это связано с тем, что даже семена последних сорто в содержат следовые количества линамарин (нитрилглюкозид, расщепляющийся под действием глюкозидазы с образованием синильной кислоты), что н является фатальным с точки точки зрения пищевых применения жмыха.

В данной статье представлены физико-химические показатели качества жмыха семян чиа. Изучены показатели безопасности жмыха семян чиа. На примере жмыха семян чиа показаны органолептические и реологические свойства фаршевых систем. Установлено, что к физико-химическим показателям качества включаютв себя, в том числе, соответствие стандартам качества семян чиа, регламентируемым для использования в пищевых целей, в соответствии с показателями безопасности. Изучено влияние размера частиц муки из семян чиа на структурные и механические свойства модельных систем.

Ключевые слова: *семена чиа, показатели качества, безопасность, модельные системы, структурно-механические свойства*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0958

ABŞERON TORPAQ-İQLİM ŞƏRAİTİNDƏ BECƏRİLƏN ÜZÜM SORTLARININ MƏHSULDARLIQ GÖSTƏRİCİLƏRİNİN TƏDQİQİ

Mövlud Hüseynov[1], Şəhanə Süleymanlı[2]

[1,2] Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti
[1,2] "İqtisadi və texnoloji elmlər" kafedrası
[1] dosent, texniki elmlər üzrə fəlsəfə doktoru, movlud_huseynov@unec.edu.az
[2] magistr, sahanesuleymanova88a@gmail.com

Xülasə

Bu araşdırmada 2024-2025-ci illərdə Abşeron torpaq-iqlim şəraitində geniş şəkildə əkilib-becərilən 26 yerli üzüm sortunun məhsuldarlıq xüsusiyyətləri tədqiq olunmuşdur. Təcrübə materialı ərazidəki bağlarda ənənəvi Qobele (Fransa) kiçik kasavari becərmə sistemli, quraq şəraitdə becərilən, yığım dövrü yetişkənliyində olan sağlam tənəklər üzərində yetişən üzüm nümunələrindən götürülmüşdür. Tədqiqat işi 3 dəfə təkrar aparılmışdır. Bu tədqiqatda öyrənilən üzüm sortlarının məhsuldarlıqla bağlı xüsusiyyətləri araşdırılmış və fenoloji mərhələləri müşahidə edilmişdir. Tədqiqat çərçivəsində üzüm sortlarında tənəkdən məhsuldarlıq (kq/tənək), dekardan məhsuldarlıq (kq/da) araşdırılmışdır. Bu tədqiqatın nəticəsində, məhsuldarlıq göstəriciləri baxımından ön plana çıxan süfrəlik üzüm sortlarından Ala şanı (4.44 kq/tənək-540 kq/da), Zeynəbi (4.56 kq/tənək-570 kq/da), Ağ şanı (4.32 kq/tənək-550 kq/da), kişmişi üzüm sortlarından Danuta (4.76 kq/tənək-560 kq/da), Kişmişi xişray (4.52 kq/tənək-540 kq/da), Qırmızı kişmişi (4.21 kq/tənək-550 kq/da), texniki üzüm sortlarından Aliqote (4.33 kq/tənək-560 kq/da), Şardone (4.42 kq/tənək-520 kq/da), Muskat Ottonel (4.23 kq/tənək-630 kq/da) və Soqdiana (4.36 kq/tənək-520 kq/da) sortları olmuşdur.

Bu araşdırmanın nəticələri göstərir ki, Abşeron torpaq-iqlim şəraiti üzümçülük üçün əlverişli olmaqla yanaşı, müxtəlif üzüm sortlarının məhsuldarlıq potensialına da fərqli təsir göstərir. Tədqiq olunan 26 üzüm sortu arasında həm süfrəlik, həm kişmişlik, həm də texniki (şərabçılıq üçün) sortların məhsuldarlıq göstəriciləri müqayisə edilmişdir.

Araşdırma zamanı müşahidə edilən fenoloji mərhələlər (çiçəkləmə, meyvə formalaşma, yetişmə dövrləri) üzüm sortlarının Abşeronun iqlim şəraitinə uyğunlaşma qabiliyyətini nümayiş etdirmişdir. Xüsusilə, Ala şanı və Zeynəbi sortları yüksək məhsuldarlıq və keyfiyyətli meyvə göstəriciləri ilə seçilmişdir. Danuta və Kişmişi xişray kimi kişmişlik sortlar da quraqlığa davamlılıq və məhsuldarlıq baxımından üstün nəticələr göstərmişdir.

Tədqiqat nəticələri göstərir ki, Abşeronun iqlim şəraitində suvarma və gübrələmə kimi aqrotexniki tədbirlərin düzgün tətbiqi məhsuldarlığın artırılmasında mühüm rol oynayır. Gələcəkdə bu tədqiqatların genişləndirilməsi və digər aqrotexniki faktorların təsirinin araşdırılması üzümçülükdə daha yüksək məhsuldarlıq və keyfiyyət əldə etməyə imkan verəcəkdir.

Bu tədqiqat Abşeron bölgəsində üzümçülüklə məşğul olan fermerlər və aqronomlar üçün praktik məsləhətlər verməklə bərabər, üzüm sortlarının seçimi və yetişdirilməsi sahəsində elmi biliklərə əsaslanan yanaşmalar təklif edir.

Açar sözlər: Abşeron, üzüm, məhsuldarlıq.

1. Giriş

Üzüm kənd təsərrüfatı məhsulları arasında ən dəyərli bitkilərdən biri kimi tanınır. Elmi tədqiqatlar göstərir ki, üzüm bitkisi insanlar tərəfindən min illər əvvəl mədəni şəkildə yetişdirilməyə başlanılıb.

Təzə halda üzüm gözəl dada, təravətli ətrə və yüksək keyfiyyətə sahib məhsul olaraq insanların diqqətini daim cəlb etmişdir. Üzümün tərkibində insan orqanizmi üçün vacib olan fermentlər, vitaminlər (A, B1, B2, P, C və s.), müxtəlif aminturşuları və üzvi turşular, minerallar, yağlar və s. mövcuddur. Üzüm gilələrinin tərkibi qlükoza, fruktoza, pektin maddələri, zülallar, amid turşuları və s. baxımından zəngindir. [2] Üzüm giləmeyvəsinin qabığında polifenollar, liqninlər, ləzzətləndirici materiallar, rəngləndiricilər və minerallar, amin turşuları və vitaminlər kimi qiymətli komponentlər var. Bundan əlavə, üzüm giləmeyvə qabığında digər komponentlər, o cümlədən hemiselüloz, sellüloza və pəhriz lifini təşkil edən polisaxarid-liqnin kompleksini əmələ gətirən fenilpropanolinqnin var. [8]

Üzümdən və ondan alınan məhsullardan xalq təbabətində müxtəlif xəstəliklərin müalicəsində geniş istifadə olunmuşdur. Üzümün yarpaqları da elə üzümün özü qədər dəyərlidir. Beləki yarpaqların tərkibi vacib elementlərlə zəngindir. Üzüm yarpağının tərkibində vitaminlər (C, B6 vəs.), K, Mg, Na,Ca, Fe və s. elementlər mövcuddur. Üzümün tərkibindəki zəngin maddələr ona antiseptik xüsusiyyətlər verir və bu səbəbdən müxtəlif sahələrdə tətbiq olunur. Tarixən üzüm yarpaqları ishal, ürək problemləri, diş və qarın ağrıları, həmçinin qanaxmaların müalicəsində təbii vasitə kimi istifadə edilmişdir. [2]

Hazırda dünya iqtisadiyyatının son dövrünə nəzər saldıqda üzümçülüyün və şərabçılığın inkişaf etdiyini, həmçinin bu sahənin bir sıra ölkələrin iqtisadiyyatının əsasını təşkil etdiyini görmək olar. Bu ölkələrə misal olaraq İtaliya, Çili, Argentina, Türkiyə, Rumıniya və s. göstərmək olar. [2]

Azərbaycanda da qədim dövrlərdən günümüzə qədər gəlib çatmış üzümçülük və şərabçılıq mədəniyyəti mövcuddur. Respublikamızın əksər rayonları üzümçülük üçün perspektivlidir.

Üzüm süfrəlik, kişmişi və texniki olmaqla fərqləndirilir. Ölkəmizdə vaxtilə 500 yerli üzüm sortları əkilib becərilmişdir. Müxtəlif siyasi və iqtisadi proseslərin təsiri ilə bir çox üzüm sortları unudulmuş,inkişafı üçün perspektiv olmamışdır. Ölkədə süfrəlik sortlar çoxluq təşkil edir, ancaq əsas yeri kişmişi sortlar tutur. Bu sortların məhsuldarlığı, keyfiyyət göstəriciləri digər sortlardan fərqlənir. [2]

Azərbaycanda üzümçülüyün inkişafını təşviq etmək və bu sahəni aparıcı iqtisadi sahələrdən birinə çevirmək məqsədilə müxtəlif dövlət proqramları icra olunur. Buna misal olaraq, Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 15 dekabr 2011-ci il tarixli, 1890 nömrəli sərəncamı ilə təsdiqlənmiş “2012-2020-ci illərdə Azərbaycan Respublikasında üzümçülüyün inkişafı üzrə Dövlət Proqramı”nı göstərmək olar. Üzümçülük sahəsinin genişlənməsi nəticəsində hər il üzümlük sahələri artırılır və müasir texnologiyalarla təchiz olunmuş emal müəssisələri istifadəyə verilir [2].

Abşeron rayonu və onun ətraf kəndləri də üzümçülüyün inkişafına öz töhfəsini vermişdir. Bu rayonda süfrəlik, kişmişi və texniki üzüm sortları əkilib-becərilmişdir. Abşeron bölgəsində üzümçülük və bağ salma mədəniyyəti qədim dövrlərdən günümüzə qədər gəlib çatmışdır. Xüsusilə Abşeron bölgəsində və ətraf kəndlərdə üzümçülük və bağçılıq mədəniyyəti bölgədə hələ də varlığını qoruyub saxlamışdır. Abşeron bölgəsində bağçılıq fəaliyyətlərində hələ də aktiv olan və ara-sıra ev şərabçılığının da inkişaf etdiyini söyləmək mümkündür.

Tədqiqatın aparıldığı Abşeron bölgəsi və kəndləri (Saray, Novxanı, Hökməli, Masazır, Fatmayı, Görədil, Qobu, Digah və Mehdiabad və s.) əhəmiyyətli dərəcədə bağçılıq salınmaqdadır.Abşeron rayonu bağçılıq baxımından və bəzi üzüm sortlarının becərilməsi, planlaşdırılan məhsuldarlıq nöqteyi-nəzərindən perspektivli bir yerə sahibdir. Son zamanlarda bağçılığın inkişaf etməsi ilə birlikdə bağ təsislərində əhəmiyyətli dərəcədə artımlar nəzərə çarpır. Xüsusilə ərazidə yay istilərinin yüksək olması, havanın nisbi rütubətinin aşağı olması, bağçılığın inkişafına imkan verir.Bağ ərazilərinin olduğu torpaqlar boz-qonur rəngli, qranulometrik tərkibinə görə qumlu, gillicəli, qumsal və əsasən də ağır gilli torpaqlı əraziləri təşkil edir. Bağçılığın və şərab mədəniyyətinin inkişafı və iqtisadi səmərəliliyi baxımından bölgəyə xas bir çox yerli sort vardır. Ümumiyyətlə, rayonda bağçılıq (üzümçülük) ənənəvi üsullarla aparılır. Bağçılıq (üzümçülük), ümumiyyətlə, mədəni becərmə əməliyyatları (sulama, gübrələmə, dərmanlama) həyata keçirilməklə davam etdirilir, daha çox istehlakçıların öz ehtiyaclarını ödəmək üçün həyata keçirdiyi bir fəaliyyət kimi başa düşülür. Bütünlükdə bölgədə tətbiq olunan yetişdirmə şəkli ənənəvi gobele yetişdirmə şəkli olmaqla bərabər, bəzi kəndlərdə (Fatmayı, Görədil, Qobu) telli yetişdirmə şəkli ilə əlaqəli bağların olduğu görülmüşdür. Bu tədqiqatın məqsədi, daha öncə ampeloqrafik xüsusiyyətləri müəyyən edilən Abşeron bölgəsində yetişdirilən yerli üzüm sortlarının çoxluqla yetişdirildiyi yerlərdə məhsuldarlıq və fenoloji xüsusiyyətləri müşahidə edilmişdir.

Material.

Tədqiqat işi 2024-2025-ci illərdə budamadan məhsul dövrünə qədər keçən zaman içərisində Abşeron rayonu və ətraf kəndlərini də əhatə edənaz əridəki istehsal bağlarında aparılmışdır. Üzərində işlənilən üzüm sortlarına aid nümunələr məhsuldarlıq çağında və öz kökləri üzərində yetişən sağlam tənəklərdən alınmışdır. Tədqiqat işlərinin əhatə etdiyi bağlar Abşeron rayonu ÜŞETİ-dən alınan məlumatlar əsasında bağçılığın (üzümçülüyün) daha çox olduğu yerlərdə aparılmışdır. Abşeron rayonu və ətraf kəndlərində 26 yerli üzüm sortu müəyyən olunumuşdur, onların məhsuldarlıq və fenoloji xüsusiyyətləri araşdırılmışdır.

Metod. Bu tədqiqatda Abşeron rayonu və ətraf kəndlərində 26 yerli üzüm sortunun fenoloji mərhələləri, məhsuldarlıq xüsusiyyətləri öyrənilmişdir. Üzüm sortlarının məhsuldarlıq xüsusiyyətləri üzümün yetişdiyi bağ yerində öyrənilərək müəyyən edilmişdir. Sınaqlar 3 dəfə təkrar olunub analiz edilmiş, tədqiqatla məhsuldarlıq və keyfiyyət xüsusiyyətləri müəyyən edilmişdir.

Fenoloji müşahidələr: Tənəkdə qış cücərtilərinin yaranmasından yetişməsinə qədər olan mərhələlər “fenoloji inkişaf mərhələləri” adlandırılır. Hər sortun yetişdiyi bağ sahələrində fenoloji inkişaf dövrləri (budama, tam çiçəklənmə, gilə (dənə) həcmi, qoralanma və inkişaf (yetişmə) izlənilərək qeyd edilmişdir.

Məhsuldarlıq (kq/tənək): Tənək başına məhsuldarlıq (kq), bağlarda tənək başına yığılan üzümlər rəqəmsal tərəzi ilə bağdakı yerində 10 tənək olacaq şəkildə çəkilərək müəyyən edilmişdir.

Dekar məhsuldarlığı (kq/da). Bağ ərazisindəki üzüm sortlarından 10 tənəyin orta məhsuldarlığı ölçülmüş və əldə olunan bu dəyərin bağdakı tənək sayına vurularaq tapılması müəyyən edilmişdir.

Nəticələr və müzakirələr:

Fenoloji müşahidələr. Abşeron rayonu və ətraf kəndlərində ekoloji şərtlərdə yetişən yerli 26 üzüm sortu üzərində aparılan müşahidələrdə 2024-cü ildə qeyd edilən fenoloji müşahidə nəticələri

cədvəl 1-də verilmişdir.

Tənəklərdə budama tarixləri 5 Mart-10 Mart aralığında həyata keçirilmişdir. Ən erkən budaması aparılan üzüm sortu Ağ Xəlili üzüm sortu, ən gec budama aparılan isə Zeynəbi üzüm sortu olmuşdur.

Tənəklərdə tumurcuqların açılması Aprel ayının ilk həftələrində baş vermişdir.Ağ Xəlili sortu və Çəhrayı kişmiş sortu 1 Aprel tarixində ən erkən tumurcuqlayan üzüm sortları olmuşdur. Digər üzüm sortlarının isə 3-6 Aprel tarixlərində tumurcuqladığı müşahidə edilmişdir.

Tədqiqatda çiçəklənmənin (50%) sortlara görə dəyişməklə bərabər 24 May tarixindən 5 İyun tarixinə qədər olan zaman içərisində gerçəkləşdiyi müəyyən olunmuşdur.

Gilə tumunun isə 13-22 iyun tarixlərində formalaşdığı müəyyən edilmişdir. Böyümə dövründən yetişmə dövrünə qədər olan müddət 16-20 Avqust tarixləri arasında formalaşıb, ilk yetişmə Qara kişmiş (11.08.2024), Çəhrayı kişmişi (13.08.2024) və Ağ Xəlili sortlarında (18.08.2024) müşahidə edilmişdir.

Üzüm sortları əsasən, Avqust-Sentyabr aylarında yetişmişdir. Yetişmə ən erkən Çəhrayı kişmişi sortu (13.08.2024) və Ağ Xəlili (18.08.2024) sortunda, ən gec (sentyabrın axırı oktyabrın əvvəlləri) yetişən üzüm sortları Ala şanı, Çəhrayı tayfı və Dərbənd muskatı sortları olduğu müəyyən edilmişdir. Cədvəldən göründüyü kimi Abşeron rayonu və ətraf kəndlərində yetişən yerli bütün üzüm sortlarının xüsusən gec zamanda yetişməsi müşahidə edilmişdir. Ala şanı, Çəhrayı tayfı və Dərbənd muskatı sortları gec yetişən, digər sortlar isə orta tez, orta dövr və orta gec zamanlarda yetişən sortlar olduğu müəyyən edilmişdir.

Üzüm sortlarının məhsuldarlıq xüsusiyyətləri.

2024-2025-ci illərdə Abşeron rayonu və ətraf kəndlərin təbii ekoloji sahələrində yetişən və sağlam tənəklər üzərində formalaşan yerli 26 üzüm sortu tədqiq olunmuş, bu sortların məhsuldarlıq xüsusiyyətlərinin bir sıra coğrafi xüsusiyyətləri də müəyyən edilmişdir.

Həyata keçirilən tədqiqatlar nəticəsində əldə edilən məlumatlara görə məhsuldarlıq

dəyərlərinə diqqət (tənək məhsuldarlığı və dekar məhsuldarlığı) bütün sortlar arasında aşağı məhsuldarlıqlı sortları Abşeron xatınısı sortu (3.25 kq/tənək-510 kq/da), Ağ Xəlili sortu (3.31 kq/tənək-530 kq/da), Qara şanı sortu (3.36 kq/tənək-520 kq/da) üzüm sortları olmuşdur. Məhsuldarlıq dəyərləri yüksək olan sortlar isə Danuta sortu (4.76 kq/tənək-560 kq/da), Hüseyni sortu (4.54 kq/tənək-560 kq/da), Xırça kişmişi sortu (4.64 kq/tənək-610 kq/da), Zeynəbi (4.56 kq/tənək-570 kq/da) sortları olmuşdur. Bu vəziyyətdə üzüm sortları arasında vahid sahədən alına biləcək ən çox məhsul Danuta, Hüseyni, Xırça kişmişi sortu və Zeynəbi üzüm sortları ilə salınan bağlardan əldə edilə bilər. Bu halda ticari olaraq bağ yetişdiriciliyi düşünülərsə, bölgədə süfrəlik olaraq dəyərləndirilməsi lazım olan sortlar Abşeron keçiəmcəyi, Hüseyni, Ala şanı, Zeynəbi üzüm sortları olaraq ön plana çıxmaqdadır.

Cədvəl 1. Abşeron rayonunda becərilən yerli üzüm sortlarının fenoloji xüsusiyyətləri.

Sortlar	Budama Zamanı	Qoralama	Tam çiçəklənmə	Böyümə dövründən yetişmə dövrünə qədər olan müddət	Yetişmə
Abşeron xatınısı	27.02.2024	01.04.2024	27.05.2024	16.08.2024	21.09.2024
Abşeron keçiəmcəyi	26.02.2024	04.04.2024	02.06.2024	18.08.2024	27.09.2024
Ağ şanı	28.02.2024	31.03.2024	01.06.2024	14.08.2024	25.09.2024

Ala şanı	03.03.2024	04.04.2024	28.05.2024	15.08.2024	01.10.2024
Qara şanı	26.02.2024	30.03.2024	26.05.2024	15.08.2024	23.09.2024
Hüseyni sortu	04.03.2024	05.04.2024	27.05.2024	18.08.2024	19.09.2024
Ağ Xəlili sortu	01.03.2024	01.04.2024	27.05.2024	16.08.2024	16.08.2024
Çəhrayı tayfı sortu	05.03.2024	04.04.2024	26.05.2024	17.08.2024	01.10.2024
Dərbənd muskatı sortu	02.03.2024	04.04.2024	27.05.2024	18.08.2024	28.09.2024
Duxşayi sortu	05.03.2024	01.04.2024	02.06.2024	16.08.2024	06.09.2024
Fatmayı sortu	03.03.2024	04.04.2024	29.05.2024	15.08.2024	28.09.2024
Zeynəbi sortu	01.03.2024	01.04.2024	25.05.2024	18.08.2024	03.09.2024
Aliqote sortu	03.03.2024	05.04.2024	27.05.2024	16.08.2024	17.09.2024
Muskat Ottonel sortu	27.02.2024	29.03.2024	26.05.2024	15.08.2024	23.09.2024
Danuta sortu	04.03.2024	02.04.2024	03.06.2024	17.08.2024	24.08.2024
Xırça kişmişi sortu	04.03.2024	30.03.2024	28.05.2024	15.08.2024	15.08.2024
Çəhrayı kişmişi	01.03.2024	02.04.2024	26.05.2024	16.08.2024	13.08.2024
Qırmızı kişmiş sortu	05.03.2024	03.04.2024	25.05.2024	17.08.2024	20.08.2024
Kişmişi xişray	05.03.2024	05.04.2024	27.05.2024	18.08.2024	31.08.2024
Səbzə sortu	05.03.2024	04.04.2024	27.05.2024	18.08.2024	26.08.2024
Soqdiana kişmişi sortu	01.03.2024	31.03.2024	03.06.2024	19.08.2024	25.08.2024
Qara kişmişi	05.03.2024	02.04.2024	28.06.2024	18.08.2024	31.07.2024
Sovinyon sortu	01.03.2024	01.04.2024	02.06.2024	17.08.2024	26.08.2024
Şardone sortu	02.03.2024	02.04.2024	26.05.2024	19.08.2024	22.08.2024
Silvaner sortu	03.03.2024	04.04.2024	26.05.2024	16.08.2024	23.09.2024
Ağ kişmişi sortu	02.03.2024	03.04.2024	26.05.2024	18.08.2024	30.08.2024

Abşeron rayonunda geniş yayılaraq yetişdirilən üzüm sortlarına aid məhsuldarlıq və keyfiyyət xüsusiyyətləri bir-birindən fərqlənir. Ancaq məhsuldarlıq xüsusiyyətləri baxımından müəyyən edilmiş olan Abşeron rayonunda yetişən yerli üzüm sortları ilə qeydiyyat olunmuş olan üzüm sortları arasında həm məhsuldarlıq, həm dəyərləndirmə şəkli ilə və həm də ampeloqrafik olaraq bənzərliklər görülmüşdür.

Ölkəmiz tənək gen potensialı baxımından olduqca zəngindir. Bu zənginlik təkmilləşdirmə işlərində və iqtisadi əhəmiyyətə sahib yerli sortların araşdırılması baxımından əhəmiyyətli qaynaq olmaqdadır. Ölkəmizdə üzümçülüklə məşğul olan sahələrin əsas işi tənək gen potensialının müəyyən edilməsinə istiqamətlənmiş ampelografik və molekulyar işlər olmaqdadır. Bu işlər ilə ölkəmizdə tənək gen potensialı baxımından sortlar arası fərqlilik müəyyən edilməyə başlanılmış və bu sortların standart sortlara alternativ dəyərləndirmə imkanlarının müəyyən edilməsinə kömək ola bilən məlumatlar əldə edilməyə çalışılmışdır.

Cədvəl 2. Abşeron rayonunda becərilən üzüm sortlarına aid məhsuldarlıq göstəriciləri və gilələrinin rəngi.

Sortların adı	Məhsuldarlıq xüsusiyyətləri		Gilə rəngi
	Tənək məhsuldarlığı (kq)	Məhsuldarlıq (kq/da)	
Abşeron xatınısı sortu	3.25	510.00	Sarımtıl-yaşıl
Abşeron keçiəmcəyi	4.31	532.00	Qaraya çalan tünd çəhrayı
Ağ şanı	4.32	550.00	Yaşılımtıl-sarı, qızılı sarı

Ala şanı	4.44	540.00	Qaraya çalan çəhrayı
Qara şanı	3.36	520.00	Tünd-bənövşəyi
Hüseyni	4.54	560.00	Yaılımtıl-sarı
Ağ Xəlili	3.31	530.00	Sarı
Çəhrayı tayfı	3.42	520.00	Açıq qırmızı
Dərbənd muskatı	1.43	470.00	Bənövşəyi
Duxşayi	2.18	460.00	Sarı-qızılı
Fatmayı	2.31	480.00	Yaşılımtıl-sarı, qızılı-sarı
Zeynəbi	4.56	570.00	Ağımtıl-yaşıl
Aliqote	4.33	560.00	Qəhvəyi ləkəli sarımtıl-yaşıl
Muskat Ottonel	4.23	630.00	Kəhrəba çalarlı
Silvaner	3.37	520.00	Açıq-yaşıl
Ağ kişmişi	1.40	460.00	Sarımtıl-ağ, qızılı-sarı
Danuta	4.76	560.00	Qızılı-sarı
Xırça kişmişi	4.64	610.00	Yaşılımtıl-sarı
Çəhrayı kişmişi	2.00	450.00	Çəhrayı
Qırmızı kişmişi	4.21	550.00	Al-qırmızı, tünd-çəhrayı
Kişmişi xişray	4.52	540.00	Qəhvəyi ləkəli sarı
Səbzə	2.21	480.00	Yaşılımtıl-sarı
Soqdiana	4.36	520.00	Tünd-bənövşəyi
Qara kişmişi	2.19	470.00	Qara
Sovinyon	1.62	460.00	Açıq-yaşıl
Şardone	4.42	520.00	Qızılı-ağ

Ədəbiyyat

1. 2019 - Плодородие почв и урожайность виноградных плантаций. – Ю.М. Сидоров
2. 2019 - Üzüm sortlarının seleksiyası və məhsuldarlıq xüsusiyyətləri. – M.E.Həsənov
3. 2020 - Azərbaycanın üzümçülük ənənələri və müasir inkişaf istiqamətləri – Q.S.Əliyev
4. 2021 - İqlim dəyişikliklərinin üzüm məhsuldarlığına təsiri: Abşeron nümunəsi. – İ.T.Qasımov
5. 2018 - Viticulture and Environment: Influences on Grape Growth and Wine Production. – J. Gladstones
6. 2021 - The Science of Grapevines: Anatomy and Physiology – M.Keller
7. 2021 - Экологические факторы и их влияние на продуктивность виноградников. - И.Н. Захаров
8. 2018 - Abşeron torpaq-iqlim şəraitində üzümçülük texnologiyası. – A.R.Məmmədov
9. 2022 - Torpaq xüsusiyyətləri və suvarma rejiminin üzüm bağlarına təsiri. – N.A.Cəfərov
10. 2018 - Impact of Soil Composition on Grape Productivity in the Absheron Region.- K.P. Johnson

RESEARCH OF YIELD INDICATORS OF GRAPE VARIETIES CULTIVATED IN ABSHERON SOIL-CLIMATE CONDITIONS.

Movlud Huseynov[1], Shahana Suleymanli[2]
[1,2] Azerbaijan State University of Economics (UNEC)
[1,2] "Economics and Technological Sciences" department
[1] Associate Professor, Ph.D in Engineering, movlud.huseynov@unec.edu.az
[2] Master student, sahanesuleymanova88a@gmail.com

Abstract

In this study, the productivity features of 26 indigenous grape varieties cultivated in the soil and climatic conditions of Absheron during 2024-2025 were analyzed. The experimental samples were obtained from healthy vines at harvest maturity, all grown under dry conditions using the traditional Goblet (France) small cup cultivation method in the region's vineyards. The research was conducted in three repetitions.

The study examined productivity-related characteristics of the selected grape varieties, along with their phenological stages. The analysis included productivity per vine (kg/vine) and per decare (kg/da). Among the table grape varieties, the Ala Shani variety (4.44 kg/vine - 540 kg/da) and the Zeynabi variety (3.43 kg/vine - 530 kg/da) stood out in terms of productivity. Additionally, White Shani (4.32 kg/vine - 550 kg/da), the Danuta raisin variety (4.76 kg/vine - 560 kg/da), the Khishray raisin variety (4.52 kg/vine - 540 kg/da), the Red Raisin variety (4.21 kg/vine - 550 kg/da), the Sogdiana raisin variety (4.36 kg/vine - 520 kg/da), Aligote from technical varieties (4.33 kg/vine - 560 kg/da), Muscat Ottonel (4.23 kg/vine - 630 kg/da), and Chardonnay (4.42 kg/vine - 520 kg/da) also demonstrated significant results.

Grapes hold an important place among agricultural crops. Historical records indicate that grape cultivation has been practiced for thousands of years. Fresh grapes have always attracted interest due to their delightful taste, aromatic properties, and high nutritional value. Grapes are rich in essential enzymes, vitamins (A, B1, B2, P, C, etc.), amino acids, organic acids, minerals, and oils beneficial to human health. They contain glucose, fructose, pectin compounds, proteins, amide acids, and other essential nutrients. Furthermore, grape skins possess valuable polyphenols, lignins, flavonoids, colorants, minerals, amino acids, and vitamins. They also contain components like hemicellulose, cellulose, and phenylpropanolignin, which contribute to dietary fiber content.

Grapes and their derivatives have been extensively used in traditional medicine for treating various ailments. Grape leaves, just like the fruit itself, are highly valuable due to their rich composition. These leaves contain essential vitamins (C, B6, etc.) and minerals such as K, Mg, Na, Ca, and Fe. Thanks to their antiseptic properties, they have been historically utilized for different medicinal purposes, including treatments for diarrhea, heart diseases, toothaches, stomach pain, and bleeding.

The global economy in recent years has demonstrated a growing interest in viticulture and winemaking, which are fundamental sectors in several countries such as Italy, Chile, Argentina, Turkey, and Romania. Azerbaijan also has a deep-rooted history of viticulture and winemaking that has persisted through the ages. Many regions of the country have favorable conditions for grape cultivation.

Grape varieties are classified into table, raisin, and technical types. Historically, Azerbaijan cultivated nearly 500 native grape varieties. However, due to political and economic influences, many of these varieties were lost or faced challenges in development. While table varieties are

dominant in Azerbaijan, raisin varieties hold significant importance. Their productivity and quality indicators set them apart from other types.

In Azerbaijan, government initiatives have been implemented to promote viticulture and establish it as a key economic sector. A notable example is Presidential Decree No. 1890, issued on December 15, 2011, which outlines strategies for the expansion of vineyards and the establishment of modern processing facilities equipped with advanced technology.

The Absheron region and its surrounding villages have played a crucial role in the development of viticulture. This region cultivates table, raisin, and technical grape varieties, preserving viticultural traditions from ancient times to the present. The practice of home-based winemaking remains active in certain areas, contributing to the continuity of viticultural heritage in Absheron.

Keywords: *Absheron, grapes, productivity.*

ИЗУЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УРОЖАЙНОСТИ СОРТОВ ВИНОГРАДА, ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ АБШЕРОНА

Мавлюд Гусейнов[1], Шахана Сулейманлы[2]

[1,2]Азербайджанский Государственный Экономический Университет,

[1,2] Кафедра "Экономических и технологических наук",

[1]Доцент, доктор философии по техническим наукам, movlud_huseynov@unec.edu.az

[2] Магистрант, sahanesuleymanova88a@gmail.com

РЕЗЮМЕ

В данной научной работе изучены показатели продуктивности 26 местных сортов винограда, выращиваемых в почвенно-климатических условиях Апшеронского региона в 2024-2025 годах. Экспериментальные образцы были отобраны с созревших, здоровых лоз, культивируемых в засушливых условиях по традиционной системе формирования куста "Gobelet" (Франция) в садах данного района. Исследование проводилось трижды для обеспечения достоверности результатов.

В рамках работы были проанализированы основные характеристики продуктивности виноградных сортов, а также наблюдены их фенологические стадии. Изучалась урожайность в пересчёте на одну лозу (кг/лоза) и на один декар (кг/да). Согласно полученным данным, среди столовых сортов наиболее продуктивными оказались Ала шани (4,44 кг/лоза, 540 кг/да) и Зейнаби (3,43 кг/лоза, 530 кг/да). Высокие показатели урожайности также продемонстрировали Белый Шани (4,32 кг/лоза, 550 кг/да), изюмные сорта Данута (4,76 кг/лоза, 560 кг/да), Хишрай (4,52 кг/лоза, 540 кг/да), Красный изюмный сорт (4,21 кг/лоза, 550 кг/да), Согдиана (4,36 кг/лоза, 520 кг/да). Среди технических сортов особенно выделяются Алиготе (4,33 кг/лоза, 560 кг/да), Мускат Оттонель (4,23 кг/лоза, 630 кг/да) и Шардоне (4,42 кг/лоза, 520 кг/да).

Виноград является одной из наиболее ценных сельскохозяйственных культур, возделываемых человеком на протяжении тысячелетий. Благодаря высокому вкусовому качеству, свежему аромату и богатому составу он пользуется большим спросом. Виноград содержит значительное количество ферментов, витаминов (А, В1, В2, Р, С и других), аминокислот, органических кислот, минералов и полезных масел. Кроме того, в его составе присутствуют глюкоза, фруктоза, пектиновые вещества, белки и другие биологически активные соединения.

Ключевые слова: *Апшерон, виноград, урожайность.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0966

ADVANTAGES OF WASTE DISPOSAL

O.M.Gulalov[1]

[1]Azerbaijan State Oil and Industry University, 16/21 Azadliq Ave, Baku
ORCID:0000-0003-0555-374X
omar.gulalov@mail.ru

SUMMARY

The article discusses the issues related to waste disposal, which helps to maintain ecological balance by reducing the amount of garbage thrown into nature, reducing pollution and protecting ecosystems, and eliminating environmental problems of modern society. Discussions were held on the disposal of general waste, household waste generated in everyday life, plastic containers, food waste, chemical waste, metal scraps and construction materials and other such materials, and the important role of recycling, reuse and neutralization of these wastes in maintaining ecological balance. Waste management in modern times is one of the most serious environmental problems. It has been determined that the volume of waste produced worldwide is increasing every year, which has a negative impact on ecosystems, human health and the economy. At the same time, waste disposal, that is, their recycling, reuse and neutralization, plays a very important role in maintaining ecological balance. It was noted that the waste recycling industry creates a need for new workers for their sorting, processing and, first of all, the production of usable products. New products made from recycled materials are cheaper and more cost-effective, making them more profitable for consumers.

It has been generally noted that waste disposal is an important approach to solving the environmental problems of modern society. It has been determined that every individual should take action in the field of waste reduction and proper management, and should make a great contribution to education on this issue. This is one of the main steps among people to use the resources that nature has given us more efficiently and to leave a healthier world legacy for future generations after us. Along with enterprises, a responsible approach to these processes at the individual and societal levels will make waste disposal more effective.

This article discusses in detail many issues about the importance, types, processes and ecological benefits of waste disposal at a very high level.

Keywords: *waste, disposal, resource, ecology, recycling*

Waste disposal is one of the main environmental problems facing modern society. It is one of the most important solutions to the environmental problems faced by modern society. In general, this process not only ensures environmental protection through the recycling or neutralization of waste, but also provides many important advantages in the economic and social spheres [1, 2, 7].

Waste generated by industrial production, agriculture and daily life leads to environmental pollution, human health and depletion of natural resources. Proper waste management and disposal are important for solving this problem. Waste is divided into two main categories:

1. General waste
2. Industrial waste.

General waste is household waste, plastic containers, food scraps and other such materials generated in daily life. Industrial waste is chemical waste, metal scraps and construction materials originating from production processes. Waste management is one of the most serious environmental problems in modern times. The volume of waste produced worldwide is increasing every year, which has a negative impact on ecosystems, human health and the economy. Waste disposal, i.e. its recycling, reuse and neutralization, plays an important role in maintaining ecological balance. This article will discuss in detail the importance, types, processes and environmental benefits of waste disposal [3,4].

There are many methods of disposal, including:

Recycling: This is the process of converting waste into new products. For example, plastic, paper, and metal waste is collected and reprocessed.

Composting: The process of converting biological waste, especially food waste, into compost. This method increases soil fertility and reduces the amount of waste.

Renewable Energy: The production of energy by incinerating waste. Although this method helps reduce the volume of waste, it is important to consider its environmental impact.

Storage: Proper storage of waste ensures that it is managed without harming the environment.

The importance of waste disposal

Environmental protection: Proper disposal of waste helps protect the environment, reduces pollution, and ensures the health of ecosystems.

Resource conservation: Recycling and other disposal methods help to conserve natural resources by reducing their use and meeting the needs of future generations.

Economic benefits: Waste disposal creates jobs and supports economic growth.

There are several strategies for effective waste disposal:

1. Increasing education: Raising public awareness about waste management helps people change their behavior towards waste reduction and recycling.

2. Government policies: The government should develop legislation and incentive programs that promote waste disposal. For example, laws that reduce the use of plastic containers.

3. Establishing recycling centers: Establishing centers for waste collection and recycling helps people get involved in this process.

4. Producer responsibility: Manufacturers should use technologies that generate less waste in the production of products and make their products from recyclable materials.

Below are some of the many advantages of waste disposal:

In general, waste disposal helps maintain the ecological balance by reducing the amount of waste that is dumped into nature. The simultaneous recycling of many materials such as plastic, metal, paper from these wastes prevents pollution of the lithosphere, atmosphere and hydrosphere. This is also very important for maintaining the health of the ecosystem.

In the process of recycling waste, it is said that less energy is consumed compared to the production of primary raw materials. Of these, the energy consumption during the recycling of plastics and aluminum is significantly reduced, which leads to a more efficient use of global energy resources.

It should be noted that waste disposal has many economic benefits. This also leads to the creation of new jobs. The waste recycling industry creates a need for new workforces for their

sorting, processing and, first of all, the production of usable products. In addition, it should be noted that new products produced from recycled materials are also more profitable for consumers, as they are cheaper and more efficient.

As we know, the use of waste as raw materials is one of the most widely implemented requirements of the modern era. Their recycling greatly reduces the exploitation of essential natural resources that can be used as raw materials. For example, paper recycling makes a great contribution to nature conservation by reducing the cutting of trees in forests. This also ensures the preservation of our natural resources for future generations [5,6].

Proper disposal of chemical waste and medical products reduces the impact of harmful substances that can pose a threat to the health of the human body and the environment. This is also very important in terms of protecting human health.

It should be noted that the disposal of waste products also increases people's responsibility for the environment. This process promotes the understanding of sustainable development of society among people and almost inspires collective action to protect our ecology.

According to the UN report, approximately 2 billion tons of solid waste are disposed of in the world every year. Only 19% of this waste is recycled, while the rest ends up in landfills or dumped illegally. Of this, 300 million tons are plastic, of which only 9% is recycled, and the rest is discarded. When plastic ends up in the oceans, it causes great harm to the creatures that live there.

It has been determined that some countries make very large profits from the utilization of waste products. Among these countries, we can mention Germany, Switzerland, South Korea, etc. Germany produces 67%, South Korea 95%, and Switzerland 99% of waste for energy production. Even Switzerland imports waste from other countries and uses it for energy production.

In our republic, this process is carried out through the recycling of household waste within the framework of the activities of "Tamiz Shahar" OJSC. In Azerbaijan, there is a modern plant for sorting and utilization of waste products, the Balakhani Waste Incineration Plant, which processes approximately 200 thousand tons of waste products per year.

Discussion of the results

Waste utilization is an important approach to solving the environmental problems of modern society. Every individual should work in the field of waste reduction and proper management, and contribute to raising awareness on this issue. This is one of the main steps to use the resources given to us by nature more efficiently among people and to leave a healthier world legacy for future generations. Along with governments and enterprises, a responsible approach at the individual and societal levels will make waste disposal more effective. In general, the efficient use of waste and the application of its disposal technologies will make a great contribution to the sustainable development of our society both at the global and individual levels.

Waste disposal plays an indispensable role in solving the environmental problems of society in the modern era. These processes not only ensure the stability of environmental problems, but also serve to increase economic development and the well-being of society. It has been determined that in order to build an ecological society in the modern era, great attention should be paid to the disposal of waste products at the individual and collective levels among people.

TULLANTILARIN UTİLİZASİYASI

Gülalov Ö.M.

[1]*Azırbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, 16/21 Azadliq küç, Bakı*

ORCID:0000-0003-0555-374X

omar.gulalov@mail.ru

XÜLASƏ

Məqalədə təbiətə atılan zibillərin miqdarının azaldılması, çirklənmənin azaldılması və ekosistemlərin qorunması, müasir cəmiyyətin ekoloji problemlərinin aradan qaldırılması ilə ekoloji tarazlığın qorunmasına kömək edən tullantıların utilizasiyası ilə bağlı məsələlər müzakirə olunur. Ümumi tullantıların, məişətdə yaranan məişət tullantılarının, plastik qabların, qida tullantılarının, kimyəvi tullantıların, metal qırıntılarının və tikinti materiallarının və digər bu kimi materialların zərərsizləşdirilməsi, bu tullantıların təkrar emalı, təkrar istifadəsi və zərərsizləşdirilməsinin ekoloji tarazlığın qorunmasında mühüm rolu barədə müzakirələr aparılıb. Müasir dövrdə tullantıların idarə olunması ən ciddi ekoloji problemlərdən biridir. Müəyyən edilib ki, dünyada istehsal olunan tullantıların həcmi ildən-ilə artır və bu da ekosistemlərə, insan sağlamlığına və iqtisadiyyata mənfi təsir göstərir. Eyni zamanda, tullantıların utilizasiyası, yəni onların təkrar emalı, təkrar istifadəsi və zərərsizləşdirilməsi ekoloji tarazlığın qorunmasında çox mühüm rol oynayır. Bildirilib ki, tullantıların təkrar emalı sənayesi onların çeşidlənməsi, emalı və ilk növbədə yararlı məhsulların istehsalı üçün yeni işçilərə ehtiyac yaradır. Təkrar emal edilmiş materiallardan hazırlanan yeni məhsullar daha ucuz və sərfəli olur, bu da onları istehlakçılar üçün daha sərfəli edir. Ümumilikdə qeyd edilmişdir ki, tullantıların atılması müasir cəmiyyətin ekoloji problemlərinin həllinə mühüm yanaşmadır. Tullantıların azaldılması və düzgün idarə olunması sahəsində hər bir fərdin hərəkətə keçməli və bu mövzuda maarifləndirmə işinə böyük töhfə verməli olduğu müəyyən edilmişdir. Bu, təbiətin bizə bəxş etdiyi sərvətlərdən daha səmərəli istifadə etmək və bizdən sonra gələcək nəsillərə daha sağlam dünya mirası qoymaq üçün insanlar arasında atılan əsas addımlardan biridir. Müəssisələrlə yanaşı, fərdi və cəmiyyət səviyyəsində bu proseslərə məsuliyyətlə yanaşma tullantıların utilizasiyasını daha səmərəli edəcək. Bu məqalədə tullantıların çox yüksək səviyyədə atılmasının əhəmiyyəti, növləri, prosesləri və ekoloji faydaları haqqında bir çox məsələlər ətraflı müzakirə olunur.

О ПРЕИМУЩЕСТВАХ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ.

Гулалов О.М.

[1]Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, ул. Азадлыг 16/21, Баку

ORCID:0000-0003-0555-374X

omar.gulalov@mail.ru

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются вопросы, связанные с утилизацией отходов, которая способствует поддержанию экологического равновесия за счет сокращения количества мусора, выбрасываемого в природу, снижения загрязнения и защиты экосистем, а также устранения экологических проблем современного общества. Обсуждались вопросы утилизации общих отходов, бытовых отходов, образующихся в повседневной жизни, пластиковой тары, пищевых отходов, химических отходов, металлолома и строительных

материалов и других подобных материалов, а также важная роль переработки, повторного использования и нейтрализации этих отходов в поддержании экологического равновесия. Управление отходами в современности является одной из самых серьезных экологических проблем. Определено, что объемы образующихся отходов во всем мире увеличиваются с каждым годом, что оказывает негативное влияние на экосистемы, здоровье человека и экономику. При этом утилизация отходов, то есть их переработка, повторное использование и нейтрализация, играет очень важную роль в поддержании экологического равновесия. Отмечено, что отрасль переработки отходов создает потребность в новых рабочих для их сортировки, переработки и, в первую очередь, производства пригодной к использованию продукции. Новые продукты, изготовленные из переработанных материалов, дешевле и экономически выгоднее, что делает их более выгодными для потребителей. В целом было отмечено, что утилизация отходов является важным подходом к решению экологических проблем современного общества. Было определено, что каждый человек должен принимать меры в области сокращения отходов и надлежащего управления ими, а также должен вносить большой вклад в образование по этому вопросу. Это один из основных шагов среди людей, чтобы более эффективно использовать ресурсы, которые дала нам природа, и оставить более здоровое мировое наследие будущим поколениям после нас. Наряду с предприятиями, ответственный подход к этим процессам на индивидуальном и общественном уровнях сделает утилизацию отходов более эффективной. В этой статье подробно рассматриваются многие вопросы о важности, типах, процессах и экологических преимуществах утилизации отходов на очень высоком уровне.

Ədəbiyyat siyahısı:

1. **Məmmədov, E.** (2018). *Ekoloji problemlər və onların həlli yolları*. Bakı: Elm və Təhsil Nəşriyyatı.
2. **Rzayev, A.** (2020). *Tullantıların idarə edilməsi texnologiyaları*. Bakı: Təhsil Nəşriyyatı.
3. **Smith, P., & Jones, L.** (2019). *Waste Management and Recycling Strategies*. New York: Springer.
4. **Əliyev, Q.** (2017). *Tullantıların təkrar emalı və iqtisadi faydalar*. Bakı: Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Nəşriyyatı.
5. **UNEP (United Nations Environment Programme)** (2021). *Global Waste Management Outlook*. Retrieved from www.unep.org.
6. **World Bank** (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Washington, DC: World Bank Publications.
7. Abbasov V.M., Qurbanov S.H., Əskərov V.E., Yusibov Y.Ə., Hacıyeva S.R., Əzizov R.E., Qasımov E.E., Əmirli F.Ə., Məmmədxanova S.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Ü.V., Məmmədli E.M. (2024). Qlobal ekoloji problemlər: səbəblər, həlli yolları, "yaşıl" enerji. Bakı: "Elm", - 606 s.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0971

ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННОЙ ЗАСУХИ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ У РАСТЕНИЙ РЕПЧАТОГО ЛУКА (ALLİUM CEPA L.)

Ф.Н.Агаев[1], А.Т.Аскеров[2], З.Х.Мустафаев[3]

«Научно-исследовательский институт овощеводства» публичное юридическое лицо
[1]fexreddin.agazade24@gmail.com http://orcid.org/0000-0002-3366-081X
[2]info@teti.az http://orcid.org/0009-0000-4995-3564
[3]zahid.mustafayev67@mail.ru http://orcid.org/0009-0002-5608-4664

Аннотация:
Статья посвящена изучению динамику фотосинтетических показателей в течении вегетации у сортов репчатого лука- (Улучшенный местный Говсан – далее везде Говсан) и Сабир – в зависимости от различных режимов (12 поливов – контроль, 8 поливов – острый режим и 4 полива – жесткий режим) в 2020-2022 годах в почвах подсобно-экспериментального хозяйства публичного юридического лица «Научно-исследовательский институт овощеводства». Результаты исследования показали, что созданные искусственные почвенные засухи в острых и жестких режимах отрицательно влияют на изучаемые фотосинтетические показатели у сортов репчатого лука, таких как площадь листовой поверхности, фотосинтетический потенциал (ФП), чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ), удельная поверхностная плотность листа (УППЛ), сырая и сухая биомасса. Установлено, что сорта лука репчатого оказывают хорошую реакцию на искусственно созданную почвенную засуху и они в ответ на влияние условий почвенной засухи в жестких режимах полива проводят у себя физиологические и биоморфологические изменения, т.е. уменьшают значения фотосинтетических показателей (площадь листовой поверхности, ФП, ЧПФ, УППЛ, число листьев и т.д.), усиливают накопления запасных веществ, увеличивают коэффицент хозяйственной продуктивности фотосинтеза (КХПФ) и коэффицент хозяйственной эффективности (КХЭ) и этим обеспечивают продолжение жизненной деятельности. Показано, что сорт Сабир более устойчив к действию почвенной засухи, чем сорта Говсан.

Ключевые слова: *сорта лука репчатого, почвенная засуха, фотосинтетические показатели, общая сырая и сухая биомасса, поливные режимы.*

Введение

Лук репчатый (Allium cepa L., семейства Amaryllidaceae) один из овощных двулетних и многолетних культур. У луков имеется свыше 400 видов. Как овощная культура лук репчатый используется народами мира свыше 6000 год. В Азербайджане растет 43 вида лука репчатого [1; 2].

В жизнедеятельности, в продуктивности растений лука репчатого фотосинтез играет весьма существенную роль, как и в других сельскохозяйственных растениях. Поскольку фотосинтез происходит в основном в молекулах хлорофиллов, расположенных в хлоропластах клеток листьев, для получения высокой урожайности у растений лука репчатого создания оптимальной величиной площадью листовой поверхности и

увеличения продолжительности деятельности листьев в настоящее время считается весьма актуальной задачей для различных хозяйств страны [3]. По данным некоторых исследователей, для получения урожая 40-80 т лука репчатого площадь листовой поверхности должна составлять 28,0-44,4 тыс. $м^2$/га во время формирования луковиц в посевах, а в период технической спелости луковицы 11,5-15,0 тыс. $м^2$/га. При этом значения ФП должно составлять 1592-3487 тыс. $м^2$/га, а ЧПФ-3,31-5,60 г/$м^2$. сутки [4,5,6].

Фотосинтетические показатели, таких как площадь листовой поверхности, ФП, ЧПФ, УППЛ, КХПФ, КХЭ, накопления сырой и сухой биомассы у растений лука репчатого подвергаются существенным изменениям а зависимости от фаз роста и развития: растений, от биологических особенностей сорта, от режима полива, от условий почвенно-климатических условий и от ряд климатических факторов (температура, относительная влажность воздуха и т.д.) [7;8].

Проведенные исследования в области фотосинтетической деятельности растений лука репчатого показали, что улучшения питания и нормальные условия полива, как правило, повышают продуктивность фотосинтеза и вызывают усиления работи листьев, в результате чего повышается общая продуктивность растений. По мнению исследователей, это связано с тем, что при этом создаются благоприятные условия для высокой продуктивности работы листьев. Продуктивной работы листьев характеризуется количеством сухой массы единицы площади листьев [9;10].

Итак, обобщая вышесказанное можно придти к такому выводу, что хотя сорта лука репчатого изучались по разным параметрам, но в этой области не проведены комплексные работы, в особенности не исследовались влияние различных поливных режим на фотосинтетические показатели в зависимости от фаз роста и развития растений. В то время как изучение влияние почвенной засухи на фотосинтетические показатели растений репчатого лука в связи с изменением климатических условий приобретает весьма важное значение для современного сельского хозяйства. Учитывая именно вышеописанные, нами определены следующие цели исследований, проводимых в условиях Апшеронского полуострова Азербайджанской Республики в 2020-2022 годах:

1) Изучение динамики изменчивости площади пистовой поверхности, ФП, УППЛ, ЧПФ, КХПФ, КХЭ у сортов лука репчатого в зависимости от режима полива;

2) Изучение динамики изменчивости сырой и сухой биомассы в течение вегетации в подземных и надземных частях (т.е. в луковицах, листьях и «ложных стеблях») в зависимости от режима полива.

Материалы и методы. Исследования проводились в почвах Апшеронского подсобно экеперимантального хозяйства публичного юридического лица «научно-исследовательский институт овощеводства» Азербайджанской Республики в 2020-2022-годах. Объектами исследования служили сорта лука репчатого Говсан и Сабир.

Опыты заложили по каждаму сорту в трех поливных режимах и в 3-повторностях:

I вариант – 12 поливов, нормальный режим, контроль;

II вариант – 8 поливов, острый режим;

III вариант – 4 полива, жесткий режим.

Наименование режимов полива выбирались условно Растения и в острых, и в жестких режимах подверглись стрессу почвенной засухи, что естественно влиял на процессу фотосинтеза, вследствие чего это сказывалось в урожайности сортов репчатого лука.

Фотосинтетические показатели изучались в следующих фазах роста и развития растений: образование 5-6 листьев, образование 7-8 листьев, формирование луковиц и техническая спелость луковиц, т.е. сбор урожая.

Уход за растений лука репчатого проводились по общепринятой методике [11].

Количество сухой биомассы подземных и надземных органов у растений лука репчатого определяли термостатно-весовым методом при температуре 105^0C с высушиванием.

Площадь листовой поверхности образцов измеряли портативным аппаратом L1-3000 C (Корея).

ФП вычисляли путем умножения величины площади листовой поверхности растений (Lcp) ($м^2$/га) на число дней периода активной работы листьев (Tv):

$$ФП = Lcp \cdot Tv \qquad (1)$$

ЧПФ у растений лука репчатого была определена по формуле [3]:

$$ЧПФ = \frac{B_2 - B_1}{(L_1 + L_2) \cdot 0{,}5\, n} \qquad (2)$$

где B_1 и B_2 – сухая биомасса растений в начале и в конце учетного периода, г; B_2-B_1 – прирост сухой биомассы за n дней; L_1 и L_2 – площади листовой поверхности в начале и в конце учетного периода, m^2/га; 0,5 (L_1+L_2) – средняя рабочая площадь листьев за время опыта; n – период между двумя наблюдениями, дней.

УППЛ характеризуется сухой массой (m) единицы площади листовой поверхности (L) и выражается в мг/$см^2$ [1]:

$$УППЛ = m/L \qquad (3)$$

КХПФ – отношение сухой массы луковицы (Мл) к совокупной сухой массе листьев и «ложных стеблей» ($М_{вег.}$):

$$КХПФ = М_л/М_{вег} \qquad (4)$$

Коэффициент хозяйственной эффективности (КХЭ) посадки показывает долю сухой массы луковицы ($М_л$) в общей сухой биомассе ($М_{общ}$) растения

$$КХЭ = М_л/М_{общ} \qquad (5)$$

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты изменчивости динамики прироста площади листовой поверхности и ФП у сортов лука репчатого в зависимости от поливных режимов отражены в таблице 1. Как видно из представленных данных, ход изменчивости динамики прироста площади листовой поверхности и ФП у сортов лука репчатого в разные годы исследования были одно и те же. Различия сорта и влияние климатических изменений появляется только в количественном уровне этих показателей. Так, в обоих сортах наименьшая величина площади листовой поверхности и ФП отмечается в фазе образования 5-6 листьев, а наивысшая величина – в фазе формирования

луковицы. В связи с усыханием листьев и наступлением технической спелости луковиц у обоих сортов наблюдается резкое уменьшение как площади листовой поверхности, так и связанного с ней значения показателя ФП.

Значение площади листовой поверхности и ФП были самими высоким фазе формирования луковиц в 2022 году (3,08-6,94 тыс. $м^2$/га и 418,1-1040,1 тыс. $м^2$·сутки/га соответственно) и самыми низкими в фазе образования 5-6 листьев в 2021 году (1,01-1,71 тыс.$м^2$/га и 70,7-120,0 тыс.$м^2$.сутки/га соответственно). Из-за воздействия искусственно созданной почвенной засухи у обоих сортов значения изучаемых показателей снизились. Наибольший прирост площадь листовой поверхности наблюдался на варианте с нормальным поливом (контроль) (3,16-6,29 тыс.·$м^2$/га у сорта Говсан и 3,16-5,05 тыс.·$м^2$/га у сорта Сабир соответственно), а наименьший – в режиме жесткого полива (1,90-4,09 тыс.·$м^2$/га и 2,65-3,41 тыс.·$м^2$/га соответственно). В этом отношении вариант режима острый полив занимает промежуточное положение (3,07-5,38 тыс.·$м^2$/га и 2,83-4,55 тыс.·$м^2$/га соответственно). Аналогичная картина наблюдалось в значения ФП также. При этом наименьшее значение ФП зафиксировано в варианте жесткого режима полива (у сорта Говсан 129,8-471,9, у сорта Сабир 169,6-386 тыс. $м^2$·сутки/га соответственно), а наибольшее - в варианте нормального режима полива (197,5-731,6 и 194,9-594,0 тыс.$м^2$·сутки/га соответственно). Уменьшение площади листовой поверхности в фазе формирования луковицы вследствие влияние почвенной засухи у сорта Говсан в варианте жесткого режима полива в среднем за 3 года составило 1,79 раза (в 2020 г. – 2,12; в 2021 г. – 2,06; в 2022 г. – 1,06 раза); в варианте острого режима полива 1,24 раза (1,53; 1,56; 1,02), а у сорта Сабир эти цифры равнялись соответственно 1,53 (1,22; 1,45; 1,92) и 1,13 (1,14; 1,24; 1,02) раз. Это свидетельствует о том, что сорт Сабир более устойчив к почвенной засухе, чем сорт Говсан. Такая же ситуация наблюдается и в изменении значения ФП в течении вегетации.

Таблица 1. Динамика изменчивости площади листовой поверхности и ФП в течение вегетации у сортов лука репчатого в зависимости от режимов полива (2020-2022 гг).

Фазы развития растений	Площадь листовой поверхности, тыс. $м^2$/га				ФП, тыс. $м^2$.сутки/га			
	2020	2021	2022	Средняя за 3 года	2020	2021	2022	Средняя за 3 года
Говсан – 12 поливов, контроль								
Образование 5-6 листьев	4,83	1,71	2,93	3,16	161,9	120,0	310,7	197,5
Образование 7-8 листьев	6,12	3,19	3,36	4,22	226,3	312,5	453,3	330,7
Формирование луковицы	6,66	5,28	6,94	6,29	590,0	564,8	1040,1	731,6
Техническая спелость, конец вегетации	6,04	3,04	4,84	4,64	569,9	223,1	653,3	482,1
8 поливов – острый режим								
Образование 5-6 листьев	5,20	1,30	2,70	3,07	190,9	90,7	286,7	189,4
Образование 7-8 листьев	5,70	2,57	2,68	3,65	192,4	251,5	323,8	255,9
Формирование луковицы	5,90	3,39	6,84	5,38	237,3	362,6	1026,3	542,1
Техническая спелость, конец вегетации	4,61	2,10	4,62	3,78	221,3	254,2	624,1	366,5
4 полива – жесткий режим								
Образование 5-6 листьев	2,58	1,01	2,11	1,90	95,3	70,7	223,3	129,8
Образование 7-8 листьев	2,68	1,82	2,13	2,21	105,1	178,6	257,1	180,3
Формирование луковицы	3,14	2,57	6,55	4,09	108,5	324,9	982,4	471,9

Техническая спелость, конец вегетации	1,57	1,02	4,18	2,26	75,3	123,5	505,4	234,7
Сабир – 12 поливов, контроль								
Образование 5-6 листьев	5,31	1,50	2,68	3,16	196,4	104,8	283,5	194,9
Образование 7-8 листьев	5,62	2,44	5,19	4,42	207,9	227,6	627,4	354,3
Формирование луковицы	5,86	3,36	5,92	5,05	616,8	359,5	805,6	594,0
Техническая спелость, конец вегетации	4,33	2,10	4,86	3,76	460,3	242,7	728,2	477,1
8 поливов – острый режим								
Образование 5-6 листьев	4,63	1,32	2,53	2,83	171,4	92,4	268,4	177,4
Образование 7-8 листьев	4,99	2,08	4,33	3,80	184,5	203,7	523,6	303,9
Формирование луковицы	5,13	2,70	5,82	4,55	548,9	288,5	791,7	543,0
Техническая спелость, конец вегетации	4,02	2,0	3,59	3,20	430,1	242,1	537,9	403,4
4 полива – жесткий режим								
Образование 5-6 листьев	4,37	1,21	2,48	2,69	161,7	84,5	262,6	169,6
Образование 7-8 листьев	4,59	1,97	2,37	2,98	169,8	190,8	286,8	215,8
Формирование луковицы	4,82	2,32	3,08	3,41	478,3	261,6	418,1	386,0
Техническая спелость, конец вегетации	3,72	1,52	2,72	2,65	384,0	184,0	308,6	292,2

Таким образом, изучение динамики прироста площади листовой поверхности и изменения величины ФП в течение вегетационного периода у сортов лука репчатого в зависимости от режимов полива показало, что у засухоустойчивого сорта Сабир эти показатели подвержены меньшим изменениям, чем у сорта Говсан. Сорт Говсан для выживания и дачи урожая в условиях жесткого режима полива вынужден сокращать площадь листовой поверхности и ФП в 1,79 и 1,75 раза соответственно. Другими словами, эти сокращения являются защитной реакцией растения на засуху почвы, в противном случае растение потеряло бы свою жизнеспособность и не смогло бы дать урожай.

Результаты исследования динамики изменения показателей ЧПФ и УППЛ в течение вегетационного периода у сортов лука репчатого в зависимости от режима полива представлены в таблице 2. Как известно, ЧПФ характеризуется общей сухой биомассой образуемой единицей площади листовой поверхности в течение суток, а УППЛ – количеством сухой массы листьев, приходящихся на единицы площади листовой поверхности, и считаются важными фотосинтетическими показателями растения [4; 9; 14; 15].

Как видно из данных, представленных в таблице 2, величины ЧПФ и УППЛ подвержены резким изменениям в зависимости от фаз развития растений, климатических условий в годы исследования и режимов полива. Так как, по усредненным результатом 3-летного исследования наименьшее значение ЧПФ и УППЛ практически во всех вариантах совпадает с фазой образования 5-6 листьев, а наибольшее – с периодом формирования – технической спелости луковицы. При этом, учитывая, что высокая величина УППЛ наблюдается в фазу технической спелости луковиц при всех режимах полива, максимальная величина ЧПФ наблюдается в период формирования луковиц при нормальном и остром режимах полива, а в фазу технической спелости луковиц – в условиях жесткого режима полива (не учитывая незначительные исключения в годы исследования), как и по величине УППЛ. Во всех изучаемых вариантах значения ЧПФ и УППЛ в фазу формирования луковицы у сорта Сабир 1,11-1,21 и 1,20-1,47 раза выше, соответственно, чем у сорта Говсан, что свидетельствует о большей устойчивости сорта Сабир к почвенной засухе.

Таблица 2. Динамика изменчивости ЧПФ (г/м^2·сутки) и УППЛ (мг/см^2) в течение вегетации у сортов лука репчатого в зависимости от режимов полива (2020-2022 гг.).

Фазы развития растений	ЧПФ				УППЛ			
	2020	2021	2022	Средняя за 3 года	2020	2021	2022	Средняя за 3 года
Говсан – 12 поливов, контроль								
Образование 5-6 листьев	7,62	3,65	5,32	5,53	10,62	6,97	14,06	10,55
Образование 7-8 листьев	4,20	10,24	-0,41	4,68	9,30	10,86	10,88	10,33
Формирование луковицы	10,22	23,84	32,04	22,03	9,48	11,93	13,45	11,62
Техническая спелость, конец вегетации	11,29	8,02	5,51	8,27	13,28	12,72	7,56	11,19
8 поливов – острый режим								
Образование 5-6 листьев	2,67	3,37	3,88	3,31	12,07	6,92	10,84	9,94
Образование 7-8 листьев	7,23	9,64	8,62	8,50	9,80	10,08	12,64	10,84
Формирование луковицы	-4,16	16,65	22,92	11,80	6,98	11,36	14,19	10,84
Техническая спелость, конец вегетации	2,88	7,04	15,21	8,38	11,77	12,33	10,83	11,64
4 полива – жесткий режим								
Образование 5-6 листьев	11,40	2,80	3,61	5,94	9,23	5,67	10,18	8,36
Образование 7-8 листьев	-2,45	3,49	8,99	3,34	12,38	7,88	9,97	10,08
Формирование луковицы	6,72	14,39	4,89	8,67	6,57	10,81	11,34	9,57
Техническая спелость, конец вегетации	29,64	5,35	14,98	16,66	13,06	11,20	7,26	10,51
Сабир – 12 поливов, контроль								
Образование 5-6 листьев	4,10	4,57	4,21	4,29	10,21	7,90	11,21	9,77
Образование 7-8 листьев	9,72	45,18	12,22	12,37	8,43	10,05	8,83	9,10
Формирование луковицы	18,59	33,83	20,59	24,34	15,63	11,55	15,53	14,24
Техническая спелость, конец вегетации	5,83	21,63	6,83	11,43	16,16	13,20	15,90	15,09
8 поливов – острый режим								
Образование 5-6 листьев	9,74	9,36	3.64	7,58	9,85	6,52	10,31	8,88
Образование 7-8 листьев	14,73	5,49	15,73	11,98	11,32	8,31	13,32	10,98
Формирование луковицы	9,82	20,62	10,43	13,62	10,82	10,17	12,03	11,01
Техническая спелость, конец вегетации	13,80	12,02	14,84	13,55	18,23	13,08	19,23	16,85
4 полива – жесткий режим								
Образование 5-6 листьев	3,70	3,08	3,67	3,48	9,50	5,92	10,50	8,64
Образование 7-8 листьев	3,73	4,10	3,63	3,84	8,78	7,90	9,28	8,65
Формирование луковицы	9,89	15,83	3,49	11,74	5,26	10,07	4,19	6,49
Техническая спелость, конец вегетации	27,81	4,24	28,31	20,12	16,86	12,98	16,66	15,50

Наибольшее значение показателя ЧПФ зафиксировано у сорта Говсан в 2022 г. при нормальном режиме полива в фазу формирования луковиц (32,04 г/м^2**.**сутки), а у сорта Сабир при том же режиме полива в фазе образования 7-8 листьев (45,18 г/м^2**.**сутки). Наименьшее значение – у сорта Говсан при том же фазе в 2020 г. в жестком режиме полива (-4,16 г/м^2.сутки), а у сорта Сабир в жестком режиме полива в 2021 г. в фазе образования 5-6 листьев. В отличие от ЧПФ, максимальная величина УППЛ в обоих сортах приходится на 2022 г. и в это время фаза формирования луковиц у сорта Говсан в условиях острого режима полива и фаза технической спелости луковиц у сорта Сабир характеризуются наибольшим значением этого показателя.

В годы исследований отрицательные значения показателя ЧПФ наблюдались как раз у сорта Говсан, который менее устойчив к почвенной засухе. Так, эти отрицательные

значения в 2020 году в фазе формирования луковицы при остром режиме полива (-4,16 г/м^2.сутки), при жестком режиме полива в фазе образования 7-8 листьев (-2,45 г/м^2.сутки), а в 2022 году, в той же фазе, в нормальном режиме полива (-0,41 г/м^2.сутки) были зафиксированы, что это были связано с уменьшением общей сухой биомассы в эти периоды. Еще одну тенденцию следует подчеркнуть, что в обоих сортах величины ЧПФ и УППЛ значительно возрастают в фазу технической спелости луковиц из-за влияния почвенной засухи (за небольшими исключениями).

Сортовые различия в динамике изменения УППЛ, считающегося важнейшим показателем фотосинтеза и устойчивости растений к неблагоприятным факторам внешней среды, проявляются в количественном уровне этого показателя в зависимости от фаз развития и режимов полива (за небольшими исключениями) [3; 7; 15]. Во всех трех режимах полива величина УППЛ непрерывно увеличивается с фазы образования 5-6 листьев до конца вегетации, достигая в это время максимального уровня. Приведенные данные в таблице 2, еще раз показывают, что сорт Сабир более засухоустойчив, чем сорт Говсан. Это следует объяснить, прежде всего, тем, что площадь ассимиляционного аппарата у сорта Сабир меньше, чем у сорта Говсан из-за воздействия почвенной засухи. Поскольку значение УППЛ прямо пропорционально сухому массу листьев и обратно пропорционально площади листовой поверхности. Хотя динамика изменения показателей КХПФ и КХЭ, считающихся важнейшими показателями фотосинтеза [13; 15], в зависимости от режимов полива в течение вегетационного периода в отдельные годы, особенно в 2021 г., при нормальном режиме полива отчетливо проявляются сортовые различия, но такие различия по трех летним средним результатам фиксируются только в их величинах (таблица 3). Так как, в 2021 году при нормальном режиме полива переход от фазы образования 7-8 листьев к формированию луковиц у сорта Сабир сопровождается снижением КХПФ, а переход к технической спелости, как и у других вариантов, сопровождается увеличением значения этого показателя. В значениях КХПФ и КХЭ такая ситуация зафиксировался у сорта Говсан также, в варианте жесткого режима полива.

Во всех остальных изученных вариантах как КХПФ, так и КХЭ непрерывно увеличивается у обоих сортов от фазы образования 5-6 листьев до технической спелости луковиц, достигая в это время максимального уровня. Следует отметить, что наивысшее значение КХПФ и КХЭ зафиксируется у сорта Говсан в фазе технологической спелости луковиц в 2022 г. при жестком режиме полива (2,751 и 0,715 соответственно), а у сорта Сабир в той же фазе при остром режиме полива (3,781 и 0,777). Достижения значения КХПФ и КХЭ максимального уровня в фазе технической спелости во всех вариантах необходимо объяснить с накоплением сухой биомассы луковиц в этой фазе в большем количестве, чем в других.

Результаты проведенных исследований показывают, что искусственная созданная почвенная засуха не оказывает отрицательное влияние на величине КХПФ и КХЭ, наоборот, наблюдается прирост в их значениях. Так, например, в наиболее ответственный период развития лука репчатого, т.е. в фазу технической спелости луковиц у сорта Говсан при нормальном режиме полива значения КХПФ и КХЭ составили 1,567 и 0,674 соответственно (по средним значениям за 3 года), при жестком режиме полива они составили 2,174 и 0,668, а при остром режиме полива они были равны 1,868 и 0,649. Такая же ситуация зафиксирована и у сорта Сабир. Приведенные данные подтверждают, что хотя почвенная засуха не оказала сильного влияния на величину КХЭ, но она оказала

существенное влияние на величину КХПФ. Этот эффект особенно заметен в остром режиме полива. Например, у сорта Сабир значение КХПФ при этом режиме полива было в 1,26 раза выше, чем при нормальном режима полива и 1,42 раза выше, чем при жестком режиме полива. Это можно объяснить тем, что при острых режимах полива процессы фотосинтеза в растении ускоряются и оно стремится быстрее созревать урожай. Эти идею подтверждают и незначительные изменения величины КХЭ (0,715-0,731). То есть доля массы луковиц в общей биомассе растения колеблется в пределах 2,2%. В отличие от более засухоустойвого сорта Сабир, сорт Говсан имел более высокие скорости фотосинтеза при жестком режиме полива, а значение КХПФ при этом режиме полива было 1,39 раза выше, чем при нормальном режиме полива, и в 1,16 раза выше, чем при остром режиме полива. Однако и у сорта Говсан существенных различий (0,649-0,674) в величине КХЭ за счет валяния почвенной засухи не выявлено, т.е. доля массы луковицы в общей биомассе растения изменилось всего на 3,8%.

Таблица 3. Динамика изменчивости КХПФ и КХЭ в течение вегетации у сортов лука репчатого в зависимости от режимов полива (2020-2022 гг.)

Фазы развития растений	КХПФ				КХЭ			
	2020	2021	2022	Средняя за 3 года	2020	2021	2022	Средняя за 3 года
Говсан – 12 поливов, контроль								
Образование 5-6 листьев	0,973	0,350	0,529	0,617	0,493	0,210	0,318	0,340
Образование 7-8 листьев	0,991	1,180	0,835	1,002	0,498	0,460	0,418	0,459
Формирование луковицы	1,179	1,550	1,511	1,413	0,541	0,520	0.585	0,549
Техническая спелость, конец вегетации	2,011	1,750	0,939	1,567	0,668	0,630	0,724	0,674
8 поливов – острый режим								
Образование 5-6 листьев	0,800	0,340	0,513	0,551	0,445	0,220	0,317	0,327
Образование 7-8 листьев	1,300	1,060	0,970	1,110	0,565	0,390	0,468	0,474
Формирование луковицы	1,606	1,520	1,405	1,510	0,616	0,500	0,567	0,561
Техническая спелость, конец вегетации	1,529	1,650	2,426	1,868	0,605	0,650	0,691	0,649
4 полива – жесткий режим								
Образование 5-6 листьев	1,241	0,300	0,450	0,664	0,554	0,200	0,282	0,345
Образование 7-8 листьев	1,485	0,920	0,776	1,060	0,598	0,400	0,413	0,470
Формирование луковицы	2,113	0,900	1,550	1,521	0,679	0,380	0.581	0,547
Техническая спелость, конец вегетации	2,120	1,650	2,751	2.174	0,679	0,610	0,715	0,668
Сабир – 12 поливов, контроль								
Образование 5-6 листьев	0,511	0,360	0,521	0,464	0,315	0,210	0,313	0,279
Образование 7-8 листьев	1,116	2,010	1,276	1,467	0,528	0,600	0,538	0,555
Формирование луковицы	1,538	1,940	1,578	1,675	0,587	0,590	0,597	0,591
Техническая спелость, конец вегетации	2,548	2,060	2,748	2,452	0,706	0,730	0,719	0,718
8 поливов – острый режим								
Образование 5-6 листьев	0,450	0,350	0,460	0,420	0,288	0,220	0,278	0,262
Образование 7-8 листьев	0,724	1,210	0,754	0,896	0,381	0,440	0,401	0,407
Формирование луковицы	1,288	1,890	1,318	1,499	0,535	0,520	0,555	0,537
Техническая спелость, конец вегетации	3,583	1,920	3,781	3,095	0,757	0,660	0,777	0,731
4 полива – жесткий режим								
Образование 5-6 листьев	0,483	0,300	0,503	0,429	0,301	0,210	0,316	0,276
Образование 7-8 листьев	1,083	0,900	1,113	1,032	0,488	0,430	0,498	0,472
Формирование луковицы	2,303	1,160	2,503	1,991	0,681	0,550	0,701	0,644
Техническая спелость, конец вегетации	2,529	1,300	2,729	2,186	0,701	0,703	0,703	0,715

Проведенные исследования по динамике накопления сырой и сухой биомассы в течение вегетационного периода у сортов лука репчатого в 2020-2022 годах в зависимости от режимов полива показали, что у обоих сортов наименьшее количество сырой и сухой биомассы было в фазе образования 5-6 листьев, а наибольшее – в технической спелости луковиц (таблица 4). Следует отметить, что наибольшее количество сырой биомассы зафиксировано у сорта Говсан в фазе технической спелости в 2020 году, а у сорта Сабир в той же фазе в 2022 году (214,03 и 246,1 ц/га соответственно). Наибольший уровень сухой биомассы у обоих сортов приходится на фазу технической спелости луковицы при нормальном режиме полива. Данные, приведенные в таблице 4 показывают, что по мере развития растений количество сырой и сухой биомассы увеличивается за счет формирования и роста луковиц до конца вегетации, когда оно достигает максимального уровня, почвенная засуха отрицательно влияет на изучаемые показатели и это отрицательное влияние у сорта Говсан бывает более ощутимо, чем у сорта Сабир. Так, у сорта Говсан уменьшение количества сырой и сухой биомассы, при жестком режиме полива составляет 1,67-2,03 раза по сравнению с нормальным режимом полива, а у сорта Сабир это уменьшение составляет 1,45-2,08 раза. По сравнению с нормальным режимом полива снижение этих показателей несколько меньше при остром режиме полива и составляет по сортам 1,14-1,41 и 1,10-1,27 раза соответственно. В целом результаты показывают, что климатические условия 2020 года были лучше, чем в другие годы исследований, и было получено больше урожая.

Таблица 4. Динамика изменчивости общей сырой и сухой биомассы в течение вегетации у сортов лука репчатого в зависимости от режимов полива (2020-2022 гг., ц/га)

Фазы развития растений	Общая сырая биомасса				Общая сухая биомасса			
	2020	2021	2022	Средняя за 3 года	2020	2021	2022	Средняя за 3 года
Говсан – 12 поливов, контроль								
Образование 5-6 листьев	121,86	17,74	44,4	61,3	12,46	2,02	5,94	7,81
Образование 7-8 листьев	124,21	72,14	70,4	88,9	16,48	9,78	10,39	12,22
Формирование луковицы	131,44	128,86	140,3	133,5	18,52	18,57	21,43	19,51
Техническая спелость, конец вегетации	214,03	133,21	205,3	184,3	32,58	20,10	33,10	28,59
8 поливов – острый режим								
Образование 5-6 листьев	101,85	12,13	42,7	57,2	12,34	1,33	5,60	6,42
Образование 7-8 листьев	108,56	46,88	62,0	72,5	13,95	6,45	9,04	9,81
Формирование луковицы	118,84	94,67	137,2	116,9	14,87	12,88	20,75	16,17
Техническая спелость, конец вегетации	179,06	107,30	153,2	146,5	27.40	16,81	25,97	23,39
4 полива – жесткий режим								
Образование 5-6 листьев	44,29	11,10	37,80	31,1	7,53	1,22	5,56	4,77
Образование 7-8 листьев	59,91	29,58	42,10	43,9	7,91	3,75	5,81	5,82
Формирование луковицы	75,50	60,62	30,0	75,4	11,66	7,34	12,97	10,66
Техническая спелость, конец вегетации	123,12	70,63	137,8	110.5	18,20	8,20	23,36	16,59
Сабир – 12 поливов, контроль								
Образование 5-6 листьев	105,86	20,67	45,3	57,3	14,46	2,40	5,97	7,61
Образование 7-8 листьев	115,92	62,17	94,6	90,9	15,98	8,80	13,17	12,65
Формирование луковицы	131,66	94,31	210,4	145,5	20,68	12,55	30,32	21,18
Техническая спелость, конец вегетации	220,32	143,37	246,1	203,26	38,82	19,50	39,69	32,67

8 поливов – острый режим								
Образование 5-6 листьев	104,72	14,03	37,5	52,1	12,26	1,55	4,89	6,23
Образование 7-8 листьев	110,12	32,78	90,6	77,8	14,20	4,59	12,98	10,59
Формирование луковицы	121,34	76,80	145,2	114,5	19,28	9,93	20,92	16,71
Техническая спелость, конец вегетации	180,65	107,62	229,6	172,62	34,32	14,96	35,47	28,25
4 полива – жесткий режим								
Образование 5-6 листьев	69,12	12,07	37,0	39,40	8,91	1,29	4,82	5,01
Образование 7-8 листьев	78,85	29,83	59,5	56,06	10,25	3,96	9,25	7,82
Формирование луковицы	88,16	58,80	82,6	76,52	12,76	7,70	13,21	11,22
Техническая спелость, конец вегетации	130,45	82,40	156,6	123,15	23,85	11,70	21,50	19,02

Таким образом, в результате анализа данных, представленных в таблице 4, установлено, что в зависимости от режима полива отчетливо проявляются сортовые различия в динамике изменения общей сырой и сухой биомассы в течение вегетационного периода у изучаемых сортов. Наименьшее количество сырой и сухой биомассы наблюдалось в начале вегетации во всех вариантах, а наибольшее – в фазу технической спелости луковиц.

Заключение. 1. Изученные показатели фотосинтеза у сортов лука репчатого – площадь листовой поверхности, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза, удельная поверхностная плотность листьев, сырая и сухая биомасса – подверглись существенному воздействию почвенной засухи, созданные при жестком (4 полива) и остром (8 поливов) режимах полива. В результате активность важнейшего жизненного процесса – фотосинтетическая деятельность растений ослабла, что в свою очередь замедлило процессе роста отдельных органов, снизило накопление сырой и сухой биомассы, а также урожайность растений. Так, у сорта Говсан общая сырая биомасса в фазе технической спелости луковиц при жестком режиме полива составила 110,5 ц/га, при остром режиме полива - 146,5 ц/га, при нормальном режиме полива – 184,3 ц/га, а у сорта Сабир 123,3; 172,6 и 203,3 ц/га соответственно, т.е. снижение количество сырой биомассы из-за действия почвенной засухи составило по сортам 29,5-40% и 14,4-38,0% соответственно.

2. Снижение значения фотосинтетических показателей и продуктивности из-за влияния почвенной засухи изменяется в широком пределе в зависимости от режимов полива и фаз развития растений. При этом негативное влияние почвенной засухи было более ярко выражено при жестком режиме полива, чем при нормальном режиме полива. Это также связано с тем, что растения более чувствительны к нехватке воды в молодом возрасте, но по мере взросления растений эта чувствительность снижается, а их адаптивность возрастает.

3. Сорта растений лука репчатого хорошо реагируют на почвенную засухи в вариантах искусственно созданного режима полива, и в ответ на эту засуху данные сорта растения претерпевают физиологические и биоморфологические изменения, чтобы избежать гибели в жестком режиме полива, т.е. уменьшают фотосинтетические показатели (площадь листовой поверхности, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза, количество листьев и т.д.), увеличивают накопление запасных питательных веществ, значения КХПФ и КХЭ, и таким образом продолжают свой жизненный цикл. Полученные результаты показывают, что сорт Сабир более устойчив к почвенной засухе, чем сорта Говсан.

Библиографический список

1. Allahverdiyev, E.İ., Ağayev, F.N., Əsgərov, Ə.T., Babayev, Ə.H., Quliyev, Ş.B.Tərəvəzçilik ensiklopediyası (Terminlər, anlayışlar və şərhlər)- Bakı: "Şərq-qərb"ASC: – 2020. – 840 s.
2. Лук – польза и вред овоща для организма человека. (2021). URL:https://www/rua.ru.
3. Агаев, Ф.Н., Аскеров А.Т., Алиева З.К., Раняя диагностика коллекционных образцов огурца по фотосинтетическим показателям в условиях поликарбонатных теплиц // Международный журнал аграрной науки и образования, - 2024, - №3. – С.17-23.
4. Винников, Ю.С. Капельное орошение и приемы воздействие лука на светло-каштановых почвах Поволжья. Автореф. дисс... к.с.-х.н., Волгоград:. – 2016. – 20 с.
5. Бимола, Б.Б., Шуравилин, А.В., Елсайед, А.Е.М. Формирование водного режима почв при капельном орошении и продуктивность репчатого лука на юге Непала. // Вестник Российского Университета дружбы народов. Сер. Агрономия и животноводство. – 2013. – С. 38-44
6. Дубенюк, И.И., Бородычев, В.В., Богданенко, М.П., Выборнов, В.В., Шумакова К.Б. Технология возделывания раннего репчатого лука при капельном орошении. Монография. – Москва: Проспект: -2016, - 175 с.
7. Агаев, Ф.Н., Юсифов, М.А., Аскеров, Аббасов, Р.А., Гулиева З.А. Изменчивость биометрических и фотосинтетических показателей у растений лука репчатого в разные сроки вегетации в зависимости от поливной нормы. / Материалы VII международной-практической конференций в рамках Научного VI форума. «Неделя науки в Крутах-2021» (9-10.03.2021 г.), Украина, Черниговская обл. в 4-х томах. т.2. - Круты, - 2021, - с. 8-19.
8. Выборнов, В.В. Капельное орошение репчатого лука: Итоги 2019 г. В кн.: Научно-методическое обеспечение развитие мелиоративного-водно хозяйственного комплекса. // Труды ВНИИ гидротехники и мелиорации им. А.Н.Костякова. Москва: ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГ и М. – 2020. – с. 31-36.
9. Амиров, Б.М., Сейтменбетова, А.Т., Клумбет, К.К. Влияние удобрений на фотосинтетическую продуктивность и урожайность репчатого лука на обыкновенных сероземах Алмаатинской области. // Журнал почвоведение и агрохимия. – 2022, – №2. – С. 75-87.
10. Нестерова, А.П., Казакова, В.П. Выращивание лука в различных средах. // Журнал «Юный ученый». – 2019, - №5(25). – С.39-45.
11. Литвинов, С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. – М.: Рссельхозакадемия: – 2011, – 648 с.
12. Методы биохимического исследования растений / под ред. проф. А.И.Ермакова и др. – Ленинград: Агропромиздат. Ленинг. отд-е. – 1987, - 430 с.
13. Вечер, А.С., Гончарик М.Н. Физиология и биохимия картофеля. – Минск: Наука и техника: – 1973, - 264 с.
14. Eyvazov, Ə.Q., Ağayev, F.N., Abbasov, R.Ə. Kartofun fiziologiyası, intensiv texnologiya ilə becərilməsi və proqramlaşdırılmış məhsulun alınması yolları. – Bakı: "Tərəqqi" MMC: – 2017, – 212 s.
16. Yusifov, M.A. Qarpızın fiziologiyası. – Bakı: NUR-A: –2004, – 216 s.

EFFECT OF SOIL DROUGHT ON PHOTOSYNTHETIC PARAMETERS IN ONION PLANTS (*Allium cepa* L.)

Agayev F.N.[1], Asgerov A.T.[2], Mustafayev Z.Kh.[3]
"Scientific-Research Institute of Vegetable Growing" public legal entity
[1]fexreddin.agazade24@gmail.com http://orcid.org/0000-0002-3366-081X
[2]info@teti.az http://orcid.org/0009-0000-4995-3564
[3]zahid.mustafayev67@mail.ru http://orcid.org/0009-0002-5608-4664

Abstract. The article is devoted to the study of the dynamics of photosynthetic indicators during vegetation in varieties of onions – Improved local Hovsan and Sabir – depending on various irrigation regimes (12 watering – control, 8 watering – acute regime and 4 watering – hard regime) in 2020-2022s in the soils of the subsidiary and experimental farm of the "Research Institute of Vegetable Growing" Public Legal Entity

The results of the study showed that the created soil droughts in acute and severe regimes negatively affect the studied photosynthetic indicators in varieties of onions, such as leaf surface area, photosynthetic potential, net photosynthesis productivity (NPP), leaf area density of the leaf (LAD), raw and dry biomass. It has been established that onion varieties have a good response to artificially created soil drought and, in response to the influence of soil drought conditions, they carry out bio-morphological changes in themselves, i.e. reduce the values of photosynthetic indicators (leaf surface area, photosynthetic potential, NPP, LAD, number of leaves, etc.), increase accumulation of spare substances, the coefficient of economic productivity of photosynthesis (CEPP) and economic efficiency ratio (EER) and thus ensure the continuation of life activities. As indicated, the Sabir variety is more resistant to soil drought than the improved local Hovsan variety.

Keywords: *varieties of onions, soil drought, photosynthetic indicators, total raw and dry biomass, irrigation regimes.*

TORPAQ QURAQLIĞININ SOĞAN BITKILƏRİNDƏ (Allium cepa L.) FOTOSİNTETİK PARAMETRLƏRƏ TƏSİRİ

Agayev F.N.[1], Asgerov A.T.[2], Mustafayev Z.Kh.[3]
"Tərəvəzçilik Elmi Tədqiqat İnstitutu" publik hüquqi şəxs
[1]fexreddin.agazade24@gmail.com http://orcid.org/0000-0002-3366-081X
[2]info@teti.az http://orcid.org/0009-0000-4995-3564
[3]zahid.mustafayev67@mail.ru http://orcid.org/0009-0002-5608-4664

Xülasə: Məqalə soğan növlərində – Təkmilləşdirilmiş yerli Hovsan və Sabir – müxtəlif suvarma rejimlərinə (12 suvarma – nəzarət, 8 suvarma – kəskin rejim və 4 suvarma – ağır rejim) görə 2020-2022-ci illərdə torpaqların quruluğu zamanı fotosintetik göstəricilərin dinamikasının öyrənilməsinə həsr olunub. Tədqiqatın nəticələri göstərdi ki, kəskin və ağır rejimlərdə yaradılan torpaq quraqlıqları, soğan növlərində öyrənilən fotosintetik göstəricilərə, belə ki, yarpaq səthinin sahəsi, fotosintetik potensial, xalis fotosintez məhsuldarlığı (XPM), yarpaqların sıxlığı (LAD), xammal və qurudulmuş biomassa mənfi təsir göstərir. Həmçinin məlum olmuşdur ki, soğan növləri süni şəkildə yaradılmış torpaq quraqlığına yaxşı reaksiya verir və torpaq quraqlığı şəraitinin təsirinə cavab olaraq, özlərində bioloji-morfoloji dəyişikliklər aparırlar, yəni fotosintetik göstəricilərin (yarpaq səthinin sahəsi, fotosintetik potensial, XPM, LAD, yarpaqların sayı və s.) dəyərlərini azaldır, ehtiyat maddələrin toplanmasını artırır, fotosintezin iqtisadi məhsuldarlıq əmsalı (FİPA) və iqtisadi səmərəlilik əmsalını (İSƏ) yüksəldir və beləliklə həyat fəaliyyətinin davam etməsini təmin edirlər. Bildirildiyi kimi, Sabir növü yerli Hovsan növünə nisbətən torpaq quraqlığına daha dözümlüdür.

Açar sözlər: *soğan növləri, torpaq quraqlığı, fotosintetik göstəricilər, ümumi xammal və qurudulmuş biomassa, suvarma rejimləri.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0983

BADIMCAN SORTNÜMUNƏLƏRİNİN BİOLOJİ VƏ TƏSƏRRÜFAT ƏHƏMİYYƏTLİ ƏLAMƏTLƏRİNİN ÖYRƏNİLMƏSİ VƏ QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

F.N.Ağayev[1], İ.Ş.Əliyeva[2]

[1,2] "Tərəvəzçilik Elmi Tədqiqat İnstitutu" publik hüquqi şəxs, Bakı, Azərbaycan
[1]fexreddin.agazede24@gmail.com, http://orcid.org/0000-0002-3366-081X
[2] iradaaliyevaa1970@gmail.com, http:/orcid.org/0009-0000-4694-1111

XÜLASƏ

Məqalədə açıq sahə üzrə müxtəlif coğrafi mənşəyə malik sortnümunələrin biomorfoloji əlamətlərinin və keyfiyyət xüsusiyyətlərinin öyrənilməsindən bəhs olunur. Belə ki, qiymətli-təsərrüfat əhəmiyyətli əlamətlərinə görə Tərəvəzçilik Elmi-Tədqiqat İnstitutunun Seleksiya şöbəsinin genofondundan götürülmüş və xaricdən alınmış kolleksiya nümunələri və rayonlaşdırılmış sortlar başlanğıc material pitomnikinin kolleksiya sahəsində qiymətli-təsərrüfat əhəmiyyətli əlamətlərə **və** bəzi fizioloji, biokimyəvi, biomorfoloji göstəricilərə görə öyrənilmiş, seçilmiş və qiymətləndirilmişdir. Öyrənilən 120 sortnümunədən 50-si həm biomorfoloji təsərrüfat əhəmiyyətli əlamətlərinə və həm də keyfiyyət göstəricilərinə görə digər sortnümunələrdən fərqlənmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, sortnümunələr yetişkənliyinə görə ultratezyetişən, tezyetişən, ortayetişən, ortagecyetişən və nisbətən gecyetişən qrupa bölünmüşdür. Belə ki, 137, 140/A, 140/B, 141, 150, 151, 156, 162, 168, 174, 182, 212 sortnümunələr (cəmi 12 nümunə) yetişkənliyinə görə 80-94 gün olmaqla, ultratezyetişən qrupa, 149, 155, 158, 159, 164, 166, 167, 170, 173, 176, 179, 180, 181, 187, 202, 205, 208, nömrəli nümunələr (cəmi 17 nümunə) 95-110 gün olmaqla, tezyetişən qrupa, 185, 203, 207, 210 nömrəli nümunələr (cəmi 4 nümunə) 111-120 gün, ortayetişən qrupa, 188, 189, 199, 200, 206, 211, 228 nömrəli nümunələr (cəmi 7 nümunə) 121-130 gün olmaqla, ortagecyetişən qrupa, 213, 220, 222, 223, 225, 226 nömrəli nümunələr (cəmi 6 nümunə) 131 gündən yuxarı olmaqla gecyetişən qrupa daxil olmuşdur. Qiymətli-təsərrüfat göstəricilərinə görə fərqlənən sortnümunələrdə bir bitkidən alınan məhsulun miqdarı 1,1-2,7 kq arasında, bir meyvənin kütləsi isə nümunələr üzrə müxtəlif olmaqla 45,5-303,3 q arasında dəyişmişdir.

Tədqiq edilən sortnümunələrdə bəzi fizioloji və biokimyəvi göstəricilərin öyrənilməsi göstərmişdir ki, kolleksiya nümunələri üzrə yarpaq səthi sahəsi 1105,8-17261,0 m^2/ha, yarpaqlarda ümumi xlorofilin miqdarı 20,9-324,2 mq/100 q (nəm kütlədə), yarpaqların xüsusi səth sıxlığı 4,5-16,9 mq/sm^2, meyvələrdə quru maddənin miqdarı 7,15-12,24 %, nitratların miqdarı 29,0-151,3 mq/kq arasında dəyişir.

Açar sözlər: *seleksiya, sortnümunələr, hibrid, seçmə, mənşə, pitomnik, morfoloji və fizioloji göstəricilər*

GİRİŞ

Badımcan tərəvəz bitkiləri içərisində xalqımız tərəfindən geniş istifadə olunan qida məhsuludur. Kifayət qədər geniş ərazidə becərilir. Bu günə kimi 5 min ha sahədə becərilməsinə baxmayaraq, fermer təsərrüfatlarında məhsuldarlıq 15-20 t/ha təşkil edir. Halbuki, badımcanın

məhsuldarlığı aqrotexniki qulluğa düzgün əməl olunarsa, 60-80 t/ha çata bilər. Bunun bir çox səbəblərindən biri də bölgələrin torpaq-iqlim şəraitinə uyğun sortların əkilməməsi və düzgün becərmə texnologiyasından istifadə olunmamasıdır [1].

İnstitutda bu sahədə böyük işlər görülmüş və çox məhsuldar, quraqlığa, xəstəliklərə davamlı sortlar yaradılmış və respublikamızda rayonlaşdırılmışdır [2].

Respublikada aqrar islahatların həyata keçirilməsi ilə əlaqədar olaraq dövlət təsərrüfatları tamamilə ləğv edildiyindən, son illər özəl təsərrüfat qurumlarının (fermer) yaradılması tərəvəzçilik sahəsində çox böyük nailliyyətlərə səbəb olmuşdur. Belə ki, seleksiyaçılar tərəfindən yaradılmış sortlar introduksiya edilmiş sortlara nisbətən daha yüksək səmərə verdiyindən, onların elit və reproduksiya toxumçuluğunun təşkil olunması, yeni yaradılmış sortların respublikada geniş yayılması həmin təsərrüfatların daha da inkişafına səbəb olmuş, respublika əhalisinin bu qiymətli tərəvəz məhsulu ilə təmin olunması vəziyyətini xeyli yaxşılaşdırmışdır [3].

Badımcan bitkisi Cənub-Şərqi Asiya və Zaqafqaziya ölkələrinin əvəzolunmaz bitkilərindən biri sayılır. Badımcan meyvələrindən Zaqafqaziyada, o cümlədən Azərbaycanda müxtəlif milli xörəklər hazırlanır ki, onlar yüksək dad və qidalılıq keyfiyyətinə malikdir.

Onun meyvəsində olan 1,2-2,5 mq/100 q (nəm kütlədə) solanin meyvəyə acılıq tamı verir ki, o da iştahanı artırır. Həmçinin badımcan meyvəsində 6,0-12,5 % quru maddə, 2,5-5,0 % şəkər, 0,8-3,7 % nişasta, 0,1-0,4 % zülal və s. vardır [5;6].

Badımcanın ən başlıca müsbət xüsusiyyətlərindən biri onun müalicəvi əhəmiyyətidir. Keçmişdə badımcanı ancaq qan xəstəliyinə qarşı istifadə edirdilər. Onun xörəklərindən sistematik istifadə edildikdə qanda xolestirinin miqdarı 1-2 % həddində saxlanılır. Xolestirinin qanda artması isə arterioskleroz, podaqra, qara ciyər şişi, sarılıq və s. xəstəliklər yaradır [7].

Respublikada məhsuldar sortların seçilməsi, yeni perspektiv sort və hibridlərin yaradılması olduqca aktual məsələlərdir. Tədqiqatlar nəticəsində müxtəlif coğrafi mənşəli bir çox sortnümunələri və mövcud hibridlər yerli şəraitdə öyrənilmiş, seleksiya işi üçün qiymətli sortnümunələri seçilmiş və onların əsasında yeni hibridlər yaradılmışdır. Həmçinin, sortnümunələrin bioloji əsasları öyrənilmiş, yeni sortlar yaradılmış və Az.KTN yanında Aqrar Xidmətlər Agentliyinə təqdim olunmuş və rayonlaşdırılmışdır [5;8].

Tədqiqatın məqsədi

Elmi-tədqiqat işinin əsas məqsədi yerli şəraitə uyğun qiymətli-təsərrüfat əhəmiyyətli əlamətlərinə, keyfiyyət göstəricilərinə və abiotik amillərə qarşı davamlılığına görə ilkin donorlar seçilərək müsabiqəli sort-sınaq pitomnikində sınaqdan keçirilməkdən və perspektiv sortların Az.KTN yanında Aqrar Xidmətlər Agentliyinə təqdim etməkdən ibarətdir.

Tədqiqatın obyektləri və metodları

2019-2023-cü illərdə aparılmış elmi tədqiqat işində seleksiya işi üçün qiymətli-təsərrüfat əhəmiyyətli əlamətlərinə malik sortnümunələri seçilmiş, onların fenoloji müşahidələrinin və məhsuldarlığının bioloji əsasları öyrənilmişdir.

Tədqiqat üçün material TETİ-nin genefondundan götürülmüş kolleksiya nümunələrindən, rayonlaşmış sortlardan, 2016-2017-ci illərdə (xaricdən) Ümumrusiya Bitkiçilik İnstitutundan

(ÜBİ-dən), Ümumrusiya Elmi-Tədqiqat Tərəvəz Bitkilərinin Seleksiyası və Toxumçuluq İnstitutundan (ÜETTBSTİ-dan), Genetik Ehtiyatlar institutundan (GEİ-dan), Dünya Tərəvəzçilik Mərkəzindən (World Vegetable Center) alınmış müxtəlif mənşəli kolleksiya nümunələrindən ibarət olmuşdur.

Kolleksiya nümunələrində yarpaq səthi sahəsi LI-3000 portativ aparatı (Yaponiya) ilə

ölçülmüş və onun əsasında yarpaqların xüsusi səth sıxlığı (YXSS) aşağıdakı formulla hesablanmışdır [9]:

YXSS = m/l

burada m – yarpaqların quru kütləsi, mq-la; l – bir bitkinin yarpaq səthi sahəsi, sm^2

Yarpaqlarda, meyvələrdə quru maddənin və quru biokütlənin miqdarı termostat-çəki metodu ilə 105^0C-də qurutmaqla təyin edilmişdir [10]. Yarpaqlarda ümumi xlorofilin miqdarı 80 %-li asetonda ekstraksiya etməklə spektrofotometrik metodla, meyvələrdə nitratların miqdarı Nitratometr (SOEKS) cihazının köməyi ilə təyin edilmişdir [9;11].

Tədqiqatın nəticələri və müzakirəsi

Təcrübədə 120 sortnümunə iştirak etmişdir. Bu sortnümunələr tezyetişkənliyinə, məhsuldarlığına, keyfiyyət göstəricilərinə, bəzi fizioloji və kimyəvi göstəricilərinə və abiotik amillərə qarşı davamlılığı istiqamətində sınaqdan keçirilmişdir.

Tədqiqat ilində badımcanın seleksiyası təsdiq edilmiş mövzu planına, metodikaya və mərhələyə uyğun olaraq davam etdirilmişdir. Tədqiqat işi Lənkəran Təcrübə Stansiyası ilə yanaşı, institutun əksər şöbə və laboratoriyaları, həmçinin Abşeron YTT-ı ilə müştərək aparılmışdır.

Cədvəl 1. Kolleksiya sahəsində olan badımcan sortnümunələrin fenoloji müddətləri, 2019-2023-cü illər

Sıra sayı	TETİ-nin kataloq nömrəsi	Fenoloji müddət, günlə		Vegetasiya müddəti, günlə	
		çıxışdan çiçəkləməyə qədər	çiçəkləmədən yetişkənliyə qədər	çıxışdan yetişkənliyə qədər	çıxışdan sonuncu yığıma qədər
1	Zəhra (nəzarət)	73	21	94	124
2	Gəncə (nəzarət)	70	11	81	110
3	137	66	21	87	117
4	140/A	64	16	80	110
5	140/B	77	11	88	118
6	141	81	7	88	118
7	149	85	17	102	132
8	150	73	21	94	124
9	151	71	17	88	118
10	155	84	17	101	131
11	156	71	9	80	110
12	158	84	14	98	128
13	159	80	20	100	130
14	162	66	14	80	110
15	164	84	14	98	128
16	166	97	13	110	134
17	167	84	14	98	128
18	168	73	21	94	124
19	169	83	31	114	134
20	170	89	11	100	130
21	173	86	14	100	130
22	174	83	11	94	124

23	176	77	21	98	128
24	179	84	16	100	130
25	180	86	18	104	128
26	181	70	28	98	128
27	182	67	21	88	116
28	185	84	34	118	138
29	187	88	11	99	129
30	188	87	35	122	142
31	189	94	27	121	141
32	199	80	45	125	153
33	200	104	17	121	151
34	202	84	14	98	128
35	203	75	38	113	128
36	205	83	15	98	128
37	206	85	36	121	151
38	207	77	41	118	138
39	208	82	16	98	128
40	210	84	35	119	140
41	211	82	48	130	151
42	212	73	21	94	124
43	213	84	48	132	158
44	214	81	21	102	132
45	220	98	41	139	159
46	222	91	48	139	160
47	223	100	41	141	159
48	225	91	48	139	157
49	226	90	51	141	161
50	228	105	21	126	148

Cədvəl 1-dən göründüyü kimi sortnümunələr yetişkənliyinə görə ultratezyetişən, tezyetişən, ortayetişən, ortagecyetişən və nisbətən gecyetişən qrupa bölünmüşdür. Belə ki, 137, 140/A, 140/B, 141, 150, 151, 156, 162, 168, 174, 182, 212 sortnümunələri yetişkənliyinə görə 80-94 gün olmaqla, ultratezyetişən qrupa, 149, 155, 158, 159, 164, 166, 167, 170, 173, 176, 179, 180, 181, 187, 202, 205, 208 nömrəli nümunələr (cəmi 17 nümunə) 95-110 gün olmaqla, tezyetişən qrupa, 185, 203, 207, 210 nömrəli nümunələr (cəmi 4 nümunə) 111-120 gün ortayetişən qrupa, 188, 189, 199, 200, 206, 211, 228 nömrəli nümunələr (cəmi 7 nümunə) 121-130 gün olmaqla, ortagecyetişən qrupa, 213, 220, 222, 223, 225, 226 nömrəli nümunələr (cəmi 6 nümunə) 131 gündən yuxarı olmaqla, gecyetişən qrupa daxil olmuşdur. Yetişmə müddətinə görə nəzarət Zəhra sortu 94 gün, Gəncə sortu isə 81 gün olmaqla, ultratezyetişən qrupa daxil olmuşdur.

Cədvəl 2. Kolleksiya sahəsində olan badımcan sortnümunələrinin qiymətli-təsərrüfat əlamətləri, 2019-2023-cü illər

Sıra sayı	TETİ-nin kataloq nömrəsi	Bir bitkidən alınan məhsul, kq-la	Kolun hündürlüyü, sm-lə	Meyvənin rəngi	Meyvənin forması	Bir meyvənin orta kütləsi, q-la
1	Zəhra (nəzarət)	1,4	93,0	tünd bənövşəyi	ellipsvari	175,0
2	Gəncə (nəzarət)	1,6	78,0	tünd bənövşəyi	silindrik	210,0

3	137	1,5	75,5	bənövşəyi	uzun ellipsvari	220,0
4	140/A	1,5	85,5	tünd bənövşəyi	uzun ellipsvari	98,0
5	140/B	1,8	83,5	tünd bənövşəyi	uzun ellipsvari	125,0
6	141	2,2	64,0	açıq yaşıl	uzun oval	140,0
7	149	2,0	91,0	qara	ellipsvari ucu batıq	105,0
8	150	1,4	67,0	tünd bənövşəyi	oval	76,0
9	151	1,3	68,0	tünd bənövşəyi	ellipsvari	52,0
10	155	2,5	55,8	bənövşəyi	oval	190,0
11	156	1,2	72,0	tünd bənövşəyi	uzun ellipsvari	83,6
12	158	1,1	77,0	tünd bənövşəyi	oval	80,0
13	159	2,3	82,0	ağ	oval	182,0
14	162	2,0	76,0	tünd bənövşəyi	oval	117,2
15	164	1,2	81,0	qara	ellipsvari	110,0
16	166	1,4	85,0	boz yaşıl	az armudvari	72,5
17	167	1,3	68,0	tünd bənövşəyi	yumru oval	221,8
18	168	1,5	75,0	bənövşəyi	ellipsvari	65,5
19	169	1,8	75,0	bənövşəyi	uzun oval	148,5
20	170	1,5	83,5	qara	yumru oval	116,4
21	173	1,5	92,0	qara	oval	162,1
22	174	1,3	67,0	tünd bənövşəyi	uzun ellipsvari	122,0
23	176	1,3	80,0	bənövşəyi	silindrik	188,0
24	179	2,3	68,6	qara	ellipsvari	104,5
25	180	1,5	78,2	qara	silindrik	125,6
26	181	1,8	69,4	qara	az ellipsvari	108,4
27	182	2,5	70,0	qara	oval	148,3
28	185	1,1	79,0	açıq bənövşəyi	ilanvari, uzun	45,5
29	187	1,9	68,0	tünd bənövşəyi	oval	88,5
30	188	1,2	70,0	açıq bənövşəyi	ellipsvari	95,6
31	189	1,9	69,0	qara	silindrik	85,8
32	199	1,4	80,0	bənövşəyi	ellipsvari	68,0
33	200	1,3	82,3	tünd bənövşəyi	yumru	218,5
34	202	1,9	94,0	tünd qara	az ellipsvari	120,0
35	203	2,4	118,0	tünd bənövşəyi	uzun ellipsvari	172,4
36	205	1,4	74,3	ağ	silindrik	136,2
37	206	2,1	76,6	qara	silindrik	112,5
38	207	1,6	68,5	boz yaşıl	oval	118,0
39	208	2,7	78,0	boz bənövşəyi	uzun oval	303,3
40	210	1,4	88,5	tünd bənövşəyi	uzun ellipsvari	138,5
41	211	1,7	90,0	bənövşəyi	silindrik	76,4
42	212	2,0	82,0	açıq yaşıl	oval az ellipsvari	105,0
43	213	2,5	85,0	qara	uzun oval	122,5
44	214	2,4	68,0	ağ, açıq yaşıl	silindrik	190,0
45	220	1,2	100,5	tünd bənövşəyi	uzun silindrik	65,0
46	222	1,2	105,0	tünd bənövşəyi	uzun silindrik	145,8
47	223	1,3	132,0	açıq bənövşəyi	ellipsvari	164,0
48	225	1,5	96,0	tünd bənövşəyi	oval, ucu batıq	175,5
49	226	1,8	98,5	qara	uzun oval, ucu batıq	122,3
50	228	1,5	84,6	parıltılı qara	armudvari, ucu batıq	165,5

Cədvəl 2-dən göründüyü kimi, sortnümunələrdə bir bitkidən alınan məhsul 1,1-2,7 kq, nəzarət sortlarında isə 1,4-1,6 kq arasında dəyişmişdir. Alınmış nəticələrə görə sortnümunələrin

bəziləri nəzarət sortlarına yaxın, bəziləri isə həm aşağı, həm də yüksək olmuşdur. Ən məhsuldar nümunələr dörd ilin orta nəticələrinə görə 149(2 kq), 162(2,0 kq), 212(2,0 kq), 206(2,1 kq), 141(2,2 kq), 159(2,3 kq), 179(2,3 kq), 203(2,4 kq), 214(2,4 kq), 155(2,5 kq), 182(2,5 kq), 213(2,5 kq) və 208(2,7 kq) nömrəli nümunələr olmuş və onlar digər nümunələrdən fərqlənmişlər.

Bir meyvənin kütləsi nümunələr arasında müxtəlif olaraq 45,5-303,3 q, nəzarət sortlarda isə 175,0-210,0 q arasında dəyişmişdir.

Sortnümunələrdə ən iri meyvəlilər 137, 167, 200, 208 nömrəli nümunələrdə qeydə alınmışdır (218,5-303,3 q). Ən kiçik meyvələr isə (45,5-76,4 kq) 185, 199, 220, 168, 151, 150, 166, 211 nömrəli sortnümunələrində müşahidə edilmişdir.

Cədvəl 3. Badımcan kolleksiya nümunələrinin bəzi fizioloji və kimyəvi göstəriciləri, 2019-2023-cü illər

Sıra sayı	TETİ-nin kataloq nömrəsi	Sortnümunələrin adı	Yarpaq səthi sahəsi, m^2/ha	Xlorofill, mq/bitki	YXSS, mq/sm^2	Quru maddə, %	Nitratlar, mq/kq
1	40	Gəncə sortu (nəzarət)	8985,6	153,9	8,5	8,46	67,5
2	42	Zəhra sortu (nəzarət)	10358,5	225,8	5,9	7,15	74,7
3	149	K-584 SGR-584 Dlin.fiolet.-239	12705,7	240,5	6,1	9,25	151,3
4	164	K-2839 SGR—2839 Mestnıy	9409,6	173,7	7,5	7,42	106,3
5	137	Pantera	10665,3	227,5	8,5	7,21	114,0
6	202	XİAO CHVM	5178,2	111,7	8,1	7,34	59,3
7	169	K-2670 SGR-2670 Violette tongue	4225,7	96,4	8,3	8,46	94,0
8	140/B	F_1 Terong tenodan seç.xətt	12925,9	271,4	6,3	8,23	89,0
9	141	F_1 Terong jelitadan seç.xətt	12039,4	223,6	8,2	10,04	53,7
10	176	AG-1692 Some-136 Abşeron-3	8992,5	189,3	6,3	8,10	73,0
11	140/A	F_1 Terong tenodan seç.xətt	9696,6	161,9	16,9	8,24	65,0
12	174	AG-1691 Some-135 Shahbuz	10200,8	192,7	6,3	8,06	78,0
13	188	CA PHAO TRAWG	4480,8	100,0	7,8	8,75	98,0
14	173	AG-1690 Some-134 Lenkoran-3	7639,6	161,4	7,7	7,24	69,7
15	151	K-632 SGR-632 B/H Kirgizsk	3651,7	60,2	6,6	10,17	108,7
16	203	AS Ante seed	6461,4	119,9	6,4	7,96	47,5
17	162	K-989 SGR-989 M.M-212	7447,2	107,8	5,6	8,82	53,5
18	182	ÜETTBSTİ –Aqat F_1	4552,8	57,9	4,8	8,94	49,0
19	208	Yokohama	4065,6	80,1	7,5	12,20	119,7
20	210	Black Beauty	6441,8	123,7	5,8	11,66	82,7
21	155	K-819 SGR-819 Puza Purple	7447,2	89,1	9,4	12,24	63,0
22	211	Preplone F_1	6662,9	126,9	5,2	8,99	32,6
23	212	Mission Bell	5724,4	99,9	7,2	8,81	79,0
24	214	Solora F_1	6709,1	125,1	6,1	7,92	79,3
25	158	K-886 SGR-881	6394,5	108,4	7,5	8,81	46,3
26	180	ÜETTBSTİ-13-12 F_1	17261,9	324,2	5,4	10,87	55,4
27	159	K-907 SGR-907 Burpec Hybrid	3365,2	70,8	5,4	11,36	44,8
28	226	VI 04 2481	13750,3	284,6	5,3	11,73	45,8
29	156	K-835 SGR-835 Kairyota natanagu	9436,6	174,8	5,5	10,25	40,3
30	207	Pekinskiye çornıye	10628,3	208,6	8,2	8,86	39,3
31	168	K-1004 SGR-1004 Mestnıy	9679,3	209,3	7,0	8,88	61,5
32	179	ÜETTBSTİ -13-17 F_1	3634,0	55,7	4,8	7,80	43,5
33	200	I inpin Doctorate	5691,0	97,7	6,0	11,29	104,7

34	166	K-827 SGR-827 Long Violette	1105,8	20,9	7,1	9,19	52,5
35	228	Vİ 047327	2913,8	62,4	9,0	9,79	35,2
36	225	Vİ 042317	6216,6	117,5	6,5	10,36	37,0
37	189	Ca BAT TRAHG	8766,3	147,1	5,3	9,10	120,3
38	222	Vİ 039539	13821,9	236,0	5,4	10,24	37,2
39	170	K-3099 SGR-3099 E_1 Hybrid, N29	14950,8	252,3	6,0	9,79	45,3
40	206	Solyaris	13721,3	305,6	6,0	7,55	38,7
41	167	K-923 SGR-954 Black beonity	11441,8	249,6	6,2	9,30	36,3
42	187	Early Beauty	4075,7	91,8	6,8	10,99	48,8
43	185	HİGH Resistant todiseast and AİGH YİİLD İtaly	9773,4	211,5	5,3	8,28	29,0
44	223	Vİ 042687	11890,3	255,9	8,2	9,68	46,4
45	220	Vİ 045571	3879,5	83,8	7,3	8,51	37,8
46	199	Banan	8129,1	157,2	5,9	10,56	58,0
47	205	Snejnıy	6275,3	120,5	5,7	7,86	55,3
48	150	K-627 SGR-627 Baklajan C-64	10208,3	151,1	4,5	8,31	57,6
49	181	ÜETTBSTİ -13-22 F_1	15400,5	320,7	5,0	9,68	62,7
50	213	Falina F_1	12400,0	318,6	5,3	9,40	60,2
ƏKMF$_{05}$			1310,0	19,99	0,31	0,61	5,91

3 saylı cədvəldən göründüyü kimi, tədqiq edilən kolleksiya nümunələrində öyrənilən fizioloji və biokimyəvi göstəricilər çox geniş intervalda dəyişir. Belə ki, kolleksiya nümunələri üzrə yarpaq səthi sahəsi 1105,3-17261,9 m^2/ha , yarpaqlarda xlorofilin miqdarı 20,9-324,2 mq/100 q (nəm kütlədə), yarpaqların xüsusi səth sıxlığı 4,5-16,9 mq/sm^2, meyvələrdə quru maddənin miqdarı 7,5-12,24 %, nitratların miqdarı 29,0-151,3 mq/kq arasında tərəddüd edir. Öyrənilən göstəricilər üzrə ƏKMF$_{05}$ müvafiq olaraq 1310,0 m^2/ha; 19,99 mq/100 q; 0,31 mq/sm^2 ; 0,61 % və 5,91 mq/kq

(nəm kütlədə) təşkil edir. Belə geniş dəyişmə diapazonu öyrənilən nümunələr əsasından müxtəlif fizioloji və biokimyəvi göstəricilərə görə fərqlənən nümunələri seçməyə imkan verir. Belə ki, yarpaq səthi sahəsinə görə 223 (11890,3 m^2/ha), 141 (12039,4 m^2/ha, 213 (12400,0 m^2/ha), 149 (12705,7 m^2/ha), 140/B (12925, 9 m^2/ha), 206 (13721,3 m^2/ha), 226 (13750,3 m^2/ha), 222 (13821,9 m^2/ha), 170(14950,8 m^2/ha), 181 (15400,5 m^2/ha) və 180 (17261,9 m^2/ha) nömrəli sortnümunələri digər nümunələrdən üstün olmuşdur. Bu nümunələr həmçinin, yarpaqlarda ümumi xlorofilin miqdarına görə də fərqlənmişlər (236,0-324,2 mq/100 q nəm kütlədə). YXSS-in qiymətinə görə (mq/sm^2) digər nümunələrdən seçilən nümunələrə 202 (8,1), 141 (8,2), 207 (8,2), 223 (8,2), 169 (8,3), 40 (8,5), 137 (8,5), 228 (9,0), 155 (9,4) və 140/A (16,9) aid edilə bilər.

Məlumdur ki, YXSS bitkilərin ən mühüm adaptivlik göstəricilərindən biri hesab olunur [9;11]. Yəni YXSS nə qədər yüksəkdirsə, bitki xarici mühitin əlverişsiz amillərinə (istilik,quraqlılıq, duzluluq, temperatur qalxıb enmələri, işıqlanma intensivliyi və s.) qarşı bir o qədər davamlı olur. Məhz bu baxımdan YXSS-ə görə fərqlənən nümunələri adaptivliyə görə aparılan seleksiya işi üşün tövsiyə etmək olar.

Meyvələrdə quru maddənin miqdarına görə (%) 141(10,04), 151(10,17), 222(10,24), 156(10,25), 225(10,36), 199 (10,56), 180(10,87), 187(10,99), 200 (11,29), 159(11,36), 210 (11,66), 226 (11,73) və 155 (12,24) digər nümunələrdən səhih fərqlənirlər. Bu nümunələr gələcəkdə keyfiyyətə görə aparılacaq seleksiya üçün qiymətli ilkn donorlar ola bilərlər. Qeyd etmək lazımdır ki, tədqiq edilən kolleksiya nümunələrinin meyvələrində toksik maddələrin nitratların miqdarı Azərbaycan Respublikası Səhiyyə Nazirliyinin bu tərəvəz növü üçün müəyyən etdiyi icazə verilən həddi (300 mq/kq) aşmır və bu həddən 1,98-10,35 dəfə azdır. Lakin bununla

belə, hədsiz az miqdarda nitratlar toplayan (mq/kq nəm kütlədə) 185 (29,0), 211(32,6), 228 (35,2), 167 (36,3), 222 (37,2), 225 (37,0), 220 (37,8), 207(39,3) və 206 (38,7) sortnümunələri qida təhlükəsizliyi baxımından xüsusi maraq kəsb etdiyindən, onları ekoloji təhlükəsiz məhsullar alınması istiqamətində aparılan seleksiya üçün qiymətli valideyn formaları kimi tövsiyə etmək olar.

Nəticə

1. Qiymətli-təsərrüfat əhəmiyyətli əlamətlərinə görə şöbənin genofondundan götürülmüş və xaricdən alınmış kolleksiya nümunələri və rayonlaşmış sortlar başlanğıc material pitomnikinin kolleksiya sahəsində öyrənilmiş, seçilmiş və qiymətləndirilmişdir. Öyrənilən 120 sortnümunədən 50-si həm biomorfoloji təsərrüfat əhəmiyyətli əlamətlərinə və həm də keyfiyyət göstəricilərinə görə digər sortnümunələrdən fərqlənmişdir.

2.Tədqiq edilən kolleksiya nümunələrində yarpaq səthi sahəsi 1105,8-17,261 m^2/ha, yarpaqlarda ümumi xlorofilin miqdarı 20,9-324,2 mq/100 q (nəm kütlədə), yarpaqların xüsusi səth sıxlığı 4,5-16,9 mq/sm^2, meyvələrdə quru maddənin miqdarı 7,5-12,24 %, nitratların miqdarı 29,0-151,3 mq/kq (nəm kütlədə) diapazonunda dəyişir. Belə geniş interval dəyişkənliyi sayəsində yarpaq səthi sahəsinə (m^2/ha) və yarpaqlarda ümumi xlorofilin miqdarına görə (mq/100 q nəm kütlədə) 223 (müvafiq olaraq 11890,3 və 255,9), 141 (12039,4 və 223,6), 213 (12400,0 və 255,9), 149 (12705,7 və 240,5), 140/B (12925,9 və 271,4), 206 (13721,3 və 305,6), 226 (13750,3 və 284,6), 222 (13821,9 və 236,0), 170(14950,8 və 252,3), 181(15400,5 və 320,7), və 180(17261,9 və 324,2) sortnümunələri seçilmiş və məhsuldarlığa görə aparılacaq seleksiya işi üçün qiymətli ilkin donorlar kimi tövsiyə edilmişdir. YXSS-in qiymətinə görə (8,1-16,9) 40, 137, 140/A, 141, 155, 169, 202, 207, 223, 228 (cəmi 10 nümunə) seçilmiş və adaptivliyə görə aparılacaq seleksiya işi üçün qiymətli valideyn formaları kimi seleksiyaçılara təklif edilmişdir.

Meyvələrdə quru maddənin miqdarına görə (10,04-12,24 %) 141, 151, 155, 156, 159, 180, 187, 199, 200, 210, 222, 225, 226 (cəmi 13 nümunə) sortnümunələri seçilmişdir. Nitratların ən az miqdar ilə (29,0-38,7 mq/kq) 167, 185, 206, 207, 211, 220, 222. 225, 228 (cəmi 9 nümunə) sortnümunəəri səciyyələnmişdir ki, onlar ekoloji təmiz məhsul istehsalı üçün əvəzsiz donorlar ola bilərlər.

3. Müəyyən edilmişdir ki, xaricdən alınmış müxtəlif coğrafi mənşəyə malik sortnümunələrin bəziləri yerli şəraitə uyğunlaşaraq bütün keyfiyyət və təsərrüfat əhəmiyyətli əlamətlərinə görə üstünlük əldə etmişdir. Lakin bəziləri isə yerli şəraitə uyğunlaşmamış, həm məhsuldarlığına, həm bitkinin inkişafına, həm də xəstəliyə qarşı davamlılığına görə fərqlənməmişlər.

Ədəbiyyat

1. Əliyev Ş.A. Tərəvəzçilik;- Bakı: Maarif nəşriyyatı, s.121-124 (1988).
2. Əliyeva İ.Ş. "Badımcan", Tərəvəz, bostan və kartof bitkilərinin rayonlaşmış sortlarının ilkin toxumçuluğuna aid metodiki vəsaitlər;-Bakı: "Asim-2013", MMC. s. 87-107 (2013).
3. Tərəvəzçinin sorğu kitabı. /Müasir elmin və son 10 ilin nəticələri əsasında işlənmiş üçüncü nəşri;- Bakı:- Qanun, 295 s. (2006).
4. М.И.Мамедов, О.Н.Пышная, Е.А.Джос, Н.А.Штыкова, Е.П.Супрунова, О.А.Митрофранова, В.М.Верба . Баклажан Solanum spp. Под ред., академика РАН, доктора с.-х.наук, профессора В.Ф.Пивоварова. - Москва: ВНИИССОК, 260 с. (2015).
5. Абдуллаева Х.Т. Коллекция баклажан источник ценных форм для селекции. - Баку, Труды Аз.НИИО, том . 7, с. 85-90 (1983).
6. Абдуллаева Х.Т. Исходный материал для селекции баклажан IX сьезд генетиков и

селекционеров Азербайджане. – Баку: Элм с. 24-28 (1982).
7. Абдуллаева Х.Т., Джафарова Т.Ф. Селекция сортов баклажана и перца в условиях Азербайджана и их иммунологическая оценка на инфекционном фоне. /Tərəvəzçiliyin inkişaf etdirilməsində elmin mütərəqqi rolu. Azərbaycan Elmi-Tədqiqat İnstitutunun elmi əsərlərinin tematik məcmuəsi.- Bakı: Qanun , s.79-85 (2008).
8. Eyvazov Ə.Q., Əliyeva İ.Ş. "Badımcan" (fermerlər üçün illik fəaliyyət təqvimi), - Bakı: "Tərəqqi" MMC, 166 s. (2017).
9. Ağayev F.N.,Əliyeva Z.K.,Əsgərov Ə.T.,Əliyeva İ.Ş.,Yusifova A.R. Açıq sahədə becərilən badımcan kolleksiya nümunələrinin fotosintetik göstəricilərə görə seçilməsi və polikarbonat örtüklə istixanada becərilən bibər nümunələrinin biokimyəvi tərkibə görə qiymətləndirilməsi //Azərbaycan Ali Texniki məktəblərinin xəbərləri. Xüsusi buraxılış cild 26, № 2 (148), s.507-517 (2024)
10. Методы биохимического исследования растений /Под ред.проф.А.И.Ермакова и др.-Л.:Агропромиздат.Ленинград.отд-е, 430с.(1987).
11. Yusifov M.A. Qarpızın fiziologiyası, - Bakı: Nur-A, 216 s.(2004).

STUDY OF BIOLOGICAL AND AQRICULTURAL IMPORTANT TRAITS OF AUBERGINE CULTIVARS AND THEIR EVALUATION

F.N.Agayev[1], I.Sh.Aliyeva[2]

[1, 2] "Vegetable Scientific Research Institute" public legal entity, Baku, Azerbaijan
[1] fexreddin.ağazade24@gmail.com, http: //orcid.org/0000-0002-3366-08IX
[2] iradaaliyevaa1970@gmail.com, http:/orcid.org/0009-0000-4694-1111

ABSTRACT

The article dedicated to the biomorphological traits and quality characteristics of cultivars from various geographic origins under open-field conditions. The valuable agricultural traits of the cultivars, selected from the Gene Bank of the Vegetable Science Research Department and external collections, as well as zoned varieties, were studied, selected, and evaluated for valuable agricultural traits, as well as some physiological, biochemical, and biomorphological indicators. Out of 120 studied cultivars, 50 differed from others based on both biomorphological agricultural traits and quality indicators.

It was determined that the cultivars were divided into ultra-early, early, medium-early, medium-late, and late-maturing groups according to their maturity. Thus, the cultivars numbered 137, 140/A, 140/B, 141, 150, 151, 156, 162, 168, 174, 182, 212 (12 samples in total) belong to the ultra-early maturing group, with a maturity period of 80-94 days. Cultivars numbered 149, 155, 158, 159, 164, 166, 167, 170, 173, 176, 179, 180, 181, 187, 202, 205, 208 (17 samples in total) belong to the early-maturing group with a maturity period of 95-110 days. Cultivars numbered 185, 203, 207, 210 (4 samples) belong to the medium-early maturing group with a maturity period of 111-120 days. Cultivars numbered 188, 189, 199, 200, 206, 211, 228 (7 samples) belong to the medium-late maturing group with a maturity period of 121-130 days, and cultivars numbered 213, 220, 222, 223, 225, 226 (6 samples) belong to the late-maturing group with a maturity period of more than 131 days.

In terms of valuable agricultural indicators, the amount of yield per plant ranged from 1.1 to 2.7 kg, while the weight of a single fruit varied from 45.5 to 303.3 g, depending on the cultivar.

The research of some physiological and biochemical indicators of the examined cultivars showed that the leaf surface area of the collection samples ranged from 1105.8 to 17261.0 m^2/ha, the total chlorophyll content in leaves ranged from 20.9 to 324.2 mg/100 g (fresh weight), the specific leaf area density varied between 4.5 and 16.9 mg/cm^2, the dry matter content in fruits ranged from 2.15% to 12.24%, and the nitrate content ranged from 29.0 to 151.3 mg/kg.

Keywords: *selection, cultivars, hybrid, origin, nursery, morphological and physiological indicators*

ИЗУЧЕНИЕ И ОЦЕНКА ЗНАЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ И ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ СОРТООБРАЗЦОВ БАКЛАЖАНА

Агаев Ф.Н.[1]Алиева И. Ш.[2]

[1,2] «Научно-Исследовательский Институт Овощеводства» публичное юридические лицо, г.Баку, Азербайджан
[1] fexreddin.ağazade24@g.mail.com, http: //orcid.org/0000-0002-3366-08I X
[2] iradaaliyevaa1970@gmail.com, http:/orcid.org/0009-0000-4694-1111

РЕЗЮМЕ

В статье рассматриваются вопросы изучения биооморфологических особенностуй и качественных показателей сортообразцов баклажана разного географического происхождения в условиях открытого грунта. Так, на коллекционном участке питомника исходного материала были изучены, отобраны и оценены по хозяйственно-ценным признакам, а также некоторым физиолого-биохимическим и биоморфологическим показателям коллекционные образцы и районированные сорта, взятые из генофонда отдела селекции НИИ овощеводства и интродуцированые из-за рубежа. Среди изученных 120 сортообразцов 50 отличались от других сортообразцов как по биоморфологическим, так и по хозяйственно важным признакам и показателям качества.

Установлено, что по срокам созревания сортообразцы баклажана делятся на ультраранние раннеспелые, среднеспелые и относительно позднеспелые. Так сортообразцы 137, 140/A, 140/B, 141, 150, 161, 156, 162, 168, 174, 182, 212 (всего 12 образцов) вошли в группу ултранных сортообразцов со сроком созревания 80-94 дней, в группы раннеспелых со сроком созревания 95-110 дней-сортообразцы 149, 155, 158, 159, 164, 166, 167, 170, 173, 176. 179, 180, 186, 187, 202, 205, 208 (всего 17 сортообразцов), в группу среднеспелых (111-120 дней) – сортообразцы 185, 209, 207, 210 (всего 4 сортообразца), в группу среднепозднеспелых (121-190 дней) – сортообразцы 188, 189, 199, 200, 206, 216, 228 (всего 7 сортообразцов), в группу позднеспелых более 131 дня – сортообразцы 213, 220, 222, 223, 225, 226 (всего 6 сортообразцов). У сортообразцов, различающихся по хозяйственно – ценным показателям, урожайность с одного растения колебалась в пределах 1,1-2,7 кг, а масса одного плода варьировала от 21,5до 422, 0 г в зависимости от образца.

Изучение некоторых физиолого-биохимических показателей у исследуемых сортообразцов баклажана показало, что у коллекционных образцов площадь листовой поверхности колеблется в пределах 1105,8-17261,0 м^2 /га, количество общего хлорофилла в листьях – 20,9-324,2мг/100 г (в сырой массе), удельная поверхностная плотность листьев – 4,5-16,9 мг/см^2, количество сухого вещества в плодах – 7,15- 12,24 %, содержание нитратов – 29,0-151,3 мг/кг (в сухой массе).

Ключевые слова: *селекция, сортообразцов, гибрид, отбор, происхождение, питомник, морфологические и физиологические показатели*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-0993

PHYSİCOCHEMİCAL PROPERTİES OF MİLK AND DAİRY PRODUCTS, NUTRİTİONAL VALUE AND İMPORTANCE FOR THE HUMAN BODY

Ö.M.Gülalov[1]

[1]*Azerbaijan State Oil and Industry University, 16/21 Azadliq Ave, Baku*
0000-0003-0555-374X, omar.gulalov@mail.ru,

ABSTRACT

This article provides information on the composition of milk and dairy products, their benefits to the human body, their many physicochemical properties, and the changes that occur in these properties. Milk has a number of important physical properties that affect its composition, texture, and behavior in various applications. Some of the main physical properties of milk are as follows: Its average density at 20ºC is 1.027-1.032 g/cm³. When water is added to milk, the density decreases, and when milk fat is separated, the density increases. These indicators allow you to determine the adulteration of milk. Milk is a secretion synthesized by mammary gland cells from substances brought by the blood. Due to its diverse biochemical composition, milk is a valuable food used at every stage of human life.

It has been determined that providing the population with quality food products is one of the important issues for scientists and technologists. Milk and dairy products are food products that play an indispensable role in human nutrition. The chemical composition and biological value of these products are superior to other foods. They are not only a food in a balanced human diet, but also have a health-improving property. The high nutritional value, biological and therapeutic effect of milk is due to the valuable proteins, easily digestible fats, various vitamins and hormones it contains. The demand for dairy products is due to the balanced presence of these substances in milk, in addition to their rich composition. It has also been noted that milk is a good stimulant that increases the body's absorption of other nutrients.

At the same time, various opinions have been discussed about one of the main properties of milk, its thermal properties. Thus, thermal properties mean pasteurization and sterilization of milk. The collected milk is pasteurized, that is, it is heated at a high temperature for a short time in order to destroy bacteria. This allows for the extension of the quality of milk and its safe consumption.

It has been determined that the process of pasteurization of milk involves heating it to a certain temperature in order to destroy pathogenic microorganisms in milk and then rapidly cooling it. This process ensures the preservation of the nutrients in milk as much as possible. Pasteurized milk is a food product that is completely free of disease-causing factors and partially free of other minor influencing factors at temperatures below boiling point without causing any quality changes. The shelf life of pasteurized milk is 5 days if stored in the refrigerator. The chemical composition of milk and many changes in its composition as a result of pasteurization are discussed in the article.

Keywords: *Milk, protein, fat, vitamins, lactose, pasteurization, sterilization*

Milk and its products are the only food products created by nature for many living beings, providing all the nutrients necessary for growing organisms. Milk contains more than 150 nutrients and other substances that are easily absorbed by the body. Milk is a secretion synthesized by mammary gland cells from substances brought by the blood. Due to its diverse biochemical composition, milk is a valuable type of food used at every stage of human life.

Providing the population with high-quality food products is one of the important issues for scientists and technologists. Milk and dairy products are food products that play an indispensable role in human nutrition. The chemical composition and biological value of these products are superior compared to other foods. They are not only useful as food in a balanced human diet, but also have a health-promoting property. The high nutritional value, biological and therapeutic effect of milk is due to the valuable proteins, easily digestible fats, various vitamins and hormones it contains. The demand for dairy products is due to the balanced presence of these substances in milk, in addition to their rich composition. Milk is also a good stimulant that increases the body's absorption of other nutrients.

It is known that the most widely produced milk is cow's milk, and various dairy products are made from it. However, in different countries and regions, sheep, goat, zebu, deer, horse and camel milk are also used.

Scientific studies show that milk and dairy products should occupy an important place in the nutrition of the entire population, not only children and the elderly. Including milk and dairy products in people's diets is one of the first preventive steps to protect their health. According to the physiological norm, the daily diet of middle-aged people should include 500 grams of milk or yogurt, 15 grams of butter, 18 grams of cheese, 20 grams of cottage cheese and 18 grams of sour cream. Considering the importance of milk and dairy products in nutrition, their quality control should be increased.

Milk is one of the main components of the diet. Its physicochemical properties determine the quality, safety and use of the product. This article will discuss the composition of milk and dairy products, their benefits to the human body, many of their physicochemical properties, and the changes that occur in these properties.

Milk is a dilute emulsion consisting of a fat dispersed phase and an aqueous colloidal continuous phase. The physical properties of milk are similar to those of water, but vary with the presence of various solutes (proteins, lactose, and salts) in the continuous phase and the degree of dispersion of the emulsified colloidal components. The main physical properties of milk include density, redox properties, colligative properties, surface activity, buffering capacity, rheological behavior, conductivity, thermal properties, and color.

Milk has a number of important physical properties that affect its composition, texture, and behavior in various applications. Some of the main physical properties of milk are as follows: Its average density at 20ºC is 1.027-1.032 g/cm³. When water is added to milk, the density decreases, while when milk fat is separated, the density increases. This indicator allows you to determine the adulteration of milk.

Note that the color of fresh milk is usually white or off-white. This is due to the distribution of fats, proteins, and lactase in the milk. As the fat content of milk increases, its color can become creamier and more yellowish.

The characteristic odor of milk is caused by lactic acid and fatty acids, and the odor of

fresh milk is mild and fresh. However, over time, when milk sours due to the activity of lactic acid bacteria, its odor can deteriorate.

The viscosity of milk is relatively low, but it can vary depending on the fat content and temperature. Whole milk generally has a slightly higher viscosity than skim milk. The viscosity varies between 1.0 and 2.0 centipoise (cP) at 20°C.

The surface tension of milk is between 40 and 50 mN/m. This is lower than the surface tension of water, because proteins and fat globules affect the surface properties of water.

The pH of milk is generally between 6.5 and 6.7, making it slightly acidic. However, this can vary depending on the freshness of the milk and the processing methods. Milk that has been acidified by bacterial activity has a lower pH. The refractive index of milk is 1.344, which is a measure of how much light bends as it passes through the liquid. This property varies depending on the composition of the milk, especially the fat content.

The freezing point of milk is usually between -0.55°C and -0.58°C, due to the dissolved substances it contains (such as lactose, minerals, and proteins). The boiling point of milk is usually between 100.5°C and 101.5°C, and is affected by the dissolved salts and sugars in the liquid.

Studies show that milk consists of more than 200 different substances, including more than 20 amino acids, 40 fatty acids, 25 minerals, 20 vitamins, dozens of enzymes, various types of sugars and pigments. The prominent scientist I.P. Pavlov called milk "a dish cooked by nature itself", emphasizing that it is digested without appetite and very little energy is spent on digestion.

According to Ch.M. Akhundov, cow's milk consists of an average of 87-88% water and 12-13% dry matter. In Azerbaijan, buffalo, zebu, sheep and goat milk have been used since ancient times, along with cow's milk. According to the research of Z.G. Verdiyev and D.I. Velizade, zebu milk in Azerbaijan contains 15.21% dry matter and 84.75% water. A.A. Agabeyli notes that buffalo milk contains 18-19% dry matter and 81-82% water.

Dry matter mainly consists of protein, fat, milk sugar and minerals. The amount of these substances differs in different animal species. The absorption of milk proteins by the body is 96%; for casein, this indicator is 95%, and for albumin, it is 97%. Milk proteins contain all the irreplaceable amino acids that are necessary for the normal development of the young organism, and also in the oral milk there is a globulin with immune properties, which helps protect babies from infections.

Milk fat and sugar act as a source of energy, especially important for meeting the energy needs of young organisms. Mineral substances and salts in milk meet the body's need for salts.

When milk is drunk, the lactose in it develops microflora that slows down putrefactive processes in the intestines. Due to the low content of sodium chloride, it is recommended to drink milk for patients with nephritis and edema. The absence of nucleic compounds in milk makes it suitable for people with impaired purine metabolism. For patients with fever, milk is both a light food and a thirst quencher. Milk contains components that reduce cholesterol (methionine, choline, tocopherol, B vitamins). Including milk and dairy products in the diet increases the biological value of foods.

It is known that at different temperatures and conditions, a number of changes occur in the physicochemical composition of milk and dairy products. It is stated in the literature that the optimal temperature for storing milk is from 0 to +4°C. At this temperature, the activity

of microorganisms is low, but cooled milk is still subject to microbiological contamination.

Milk sugar lactose is generally 4.7%. Lactose is the main source of energy for biochemical processes in the body. Lactose, which consists of galactose and glucose, is 5.6 times less sweet than sucrose and is difficult to hydrolyze. When lactose in milk is heated at high temperatures, it reacts with amino acids and the amino group of proteins to form melanoids. These substances give milk an alkaline color. When lactose is fermented in the presence of yeast, lactic acid, alcohol and propionic acid are formed. These properties are used in the production of fermented milk products and cheese.

Milk protein is in colloidal form and is considered fully valuable, since it contains all essential amino acids. Casein is a complex protein and belongs to the group of phosphoproteins. In milk, it is present in the paracaseinate phosphate complex. In this complex, calcium plays the role of a "bridge" between two molecules. When milk is acidified, calcium is released from this complex and a hole is formed. Casein is the main protein in dairy products and makes up 80% of the total proteins. In dairy products, casein is found in a form combined with calcium, in the form of soluble calcium caseinate. The phosphorus contained in casein is more easily absorbed. Casein is resistant to pasteurization temperatures, denatured only by the action of the rumen enzyme. Albumin is found in small quantities in dairy products; albumin does not contain phosphorus, but the amount of sulfur is twice as much as in casein. Albumin is poorly soluble in water, in acidic and alkaline solutions, when milk is heated to a temperature of 75-80ºC, the albumin contained in it precipitates. Globulin also belongs to simple proteins, but its amount is three times less than that of albumin.

One of the main properties of milk is its thermal properties. Thermal properties mean the pasteurization and sterilization of milk. The collected milk is pasteurized, that is, it is heated at high temperatures for a short time in order to destroy bacteria. This allows for the extension of the quality of milk and its safe consumption.

The process of pasteurization of milk involves heating to a certain temperature and then rapidly cooling it to destroy pathogenic microorganisms in the milk. This process ensures the preservation of the nutrients in the milk as much as possible. Pasteurized milk is a food product that is completely free of disease-causing factors and partially free of other minor influencing factors without causing quality changes at temperatures below boiling point. The shelf life of pasteurized milk is 5 days, provided that it is stored in the cold.

According to the properties of pasteurization, milk is divided into 3 types:

1. Long-term pasteurization: 63 °C for 30 minutes.
2. Short-term pasteurization: 72 °C for 15-30 seconds.
3. Instant pasteurization: 72 °C - 75 °C for 15 seconds.

When milk is heated to a temperature above 50 °C, the casein protein begins to coagulate, which changes the structure of the milk. At temperatures above 70°C, protein coagulation occurs more rapidly, which is more commonly used in the production of yogurt and cheese. When heated at high temperatures, some vitamins, such as B vitamins, begin to break down.

When heated above 85°C, milk proteins completely coagulate. This can cause the fat globules in the milk to separate. The separation of fat particles affects the emulsion properties of milk. When milk is frozen at lower temperatures, down to -20°C, water particles shrink and separate, which changes the texture of the milk. When frozen milk is thawed, changes in texture may occur and fat may separate. These temperatures play an important role in the development of

the physicochemical properties of milk and must be taken into account during the production and processing of dairy products.

The sterilization process is carried out by heating milk for a longer period of time at temperatures of 120°C and above. This makes the milk completely sterile and significantly increases its shelf life. However, this process can cause changes in the structure of the dry matter, which can affect the nutritional value of the milk.

Sterilization of milk is carried out by applying high temperatures to completely destroy all microorganisms (pathogenic and non-pathogenic) in the milk. This process ensures the safety of the milk and a long shelf life. Sterilized milk is a product that can be stored at room temperature and is suitable for consumption for a long time.

Milk goes through the following stages in the sterilization process:

1. Preparation of milk: As a result of filtration and cleaning, the milk is cleaned of large impurities. Then the milk can be homogenized so that the fat particles are evenly distributed.

2. Heating stage: There are two main methods for sterilization: a. Classical Sterilization: Milk is heated at a temperature of 110-120°C for 20-30 minutes. This method is mainly used in glass packaging. Although it takes more time, it can be applied with simple equipment. b. Ultra-High Temperature (UHT) Sterilization: Milk is heated to 135-150°C for 2-5 seconds. Microorganisms are destroyed in a shorter time and the nutritional value is better preserved. The UHT method is the most widely used sterilization method for large-scale production.

3. Cooling: After the heating process is completed, the milk is immediately cooled and stored under sterile conditions. Cooling prevents the re-emergence of microorganisms.

4. Packaging: Sterilized milk is packaged under sterile conditions. Aseptic (sterile) packaging materials are mainly used for UHT milk (cardboard or plastic containers). Classically sterilized milk is stored in glass or metal packaging. Sterilized milk can be stored at room temperature for 6-12 months. It is completely free of pathogenic microbes and is safe for human health.

The energy value of one liter of raw milk is 2797 kJ. 1 liter of milk provides 53% of an adult's daily protein requirement, 35% of vitamin A, 30-35% of vitamins C and B6, and 26% of the daily energy requirement. However, a person's daily need for fat, calcium, and phosphorus is completely met through milk.

Raw goat milk is one of the cleanest and most useful foods. Cow's milk, on the other hand, does not have this property, since it produces a lot of mucus. Goats are the cleanest domestic animals, and the quality of goat milk is higher than cow's milk. Unlike other foods, goat milk has a homogeneous structure. It contains a large amount of niacin and thiamine. Goat milk is of great benefit in diarrhea in infants. Horse milk is a drink called kumis and is used in medicine to prevent blood vessel and heart diseases. Kumis is widely used in Central Asia, especially in Kyrgyzstan.

References

1. Ə.M.Əzimov, N.Ə.Axundova, N.S.Qədimova. Süd və süd məhsullarının texnologiyası. Dərslik, Bakı “İqtisad Universiteti”nəşriyyati, 2015.-390 s.
2. ГлазачевВ.В." Технология кисло молочных продуктов", Москва., Пищ. пром., 1974.
3. ЛасковневаО.В., САфроненкоЛ.В. "Пробиотический кисломолочный продукт" Биолюкс-кефир", матер. межд. конф. "Техника и технология впищевой промышлен-

ности", Могилев, 2003, с. 250-252.
4. Антипова, Л. В., ПерелыгинВ. М., КурчаеваЕ. Е. «Использование растительных белков на пищевые цели»,Молочная промышленность. 2001. № 5. С. 29-30.

Süd və süd məhsullarının fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri, qida dəyəri və insan orqanizmi üçün əhəmiyyəti

Ö.M.Gülalov[1]
[1]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Azadlıq prospekti 16/21, Bakı
0000-0003-0555-374X, omar.gulalov@mail.ru

XÜLASƏ

Bu məqalədə süd və süd məhsullarının tərkibi, insan orqanizminə faydaları, bir çox fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri və bu xüsusiyyətlərdə baş verən dəyişikliklər haqqında məlumat verilir. Süd müxtəlif tətbiqlərdə onun tərkibinə, toxumasına və davranışına təsir edən bir sıra mühüm fiziki xüsusiyyətlərə malikdir. Südün əsas fiziki xüsusiyyətlərindən bəziləri aşağıdakılardır: 20ºC-də onun orta sıxlığı 1,027-1,032 q/sm³ təşkil edir. Südə su əlavə olunduqda sıxlıq azalır, süd yağı ayrıldıqda isə sıxlıq artır. Bu göstəricilər südün saxtakarlığını müəyyən etməyə imkan verir. Süd, qanla gətirilən maddələrdən süd vəzi hüceyrələri tərəfindən sintez edilən bir ifrazatdır. Müxtəlif biokimyəvi tərkibinə görə süd insan həyatının hər mərhələsində istifadə olunan qiymətli qidadır.

Müəyyən edilmişdir ki, əhalinin keyfiyyətli ərzaq məhsulları ilə təmin edilməsi alim və texnoloqların qarşısında duran mühüm məsələlərdən biridir. Süd və süd məhsulları insanın qidalanmasında əvəzsiz rol oynayan qida məhsullarıdır. Bu məhsulların kimyəvi tərkibi və bioloji dəyəri digər qidalardan üstündür. Onlar yalnız balanslaşdırılmış insan pəhrizində qida deyil, həm də sağlamlığı yaxşılaşdıran xüsusiyyətlərə malikdirlər. Südün yüksək qida dəyəri, bioloji və müalicəvi təsiri tərkibində olan qiymətli zülallar, asan həzm olunan yağlar, müxtəlif vitaminlər və hormonlarla bağlıdır. Süd məhsullarına tələbat zəngin tərkibi ilə yanaşı, süddə bu maddələrin balanslaşdırılmış olması ilə əlaqədardır. Südün bədənin digər qida maddələrinin mənimsənilməsini artıran yaxşı bir stimullaşdırıcı olduğu da qeyd edilmişdir.

Eyni zamanda südün əsas xassələrindən biri olan istilik xassələri haqqında da müxtəlif fikirlər müzakirə olunub. Beləliklə, istilik xüsusiyyətləri südün pasterizasiyası və sterilizasiyası deməkdir. Yığılan süd pasterizə olunur, yəni bakteriyaları məhv etmək üçün yüksək temperaturda qısa müddətə qızdırılır. Bu, südün keyfiyyətinin artırılmasına və onun təhlükəsiz istehlakına imkan verir.

Müəyyən edilmişdir ki, südün pasterizasiyası prosesində süddə olan patogen mikroorqanizmləri məhv etmək üçün onu müəyyən temperatura qədər qızdırmaq və sonra sürətlə soyutmaq nəzərdə tutulur. Bu proses südün tərkibindəki qida maddələrinin mümkün qədər qorunub saxlanmasını təmin edir. Pasterizə olunmuş süd, heç bir keyfiyyət dəyişikliyinə səbəb olmadan, qaynama nöqtəsindən aşağı temperaturda xəstəlik törədən faktorlardan tamamilə təmizlənmiş və digər kiçik təsiredici amillərdən qismən təmizlənmiş qida məhsuludur. Pasterizə edilmiş südün saxlama müddəti soyuducuda saxlandıqda 5 gündür. Məqalədə südün kimyəvi tərkibi və pasterizasiya nəticəsində tərkibindəki bir çox dəyişikliklərdən bəhs edilir.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ, ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ И ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА.

О.М.ГУЛАЛОВ

1Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности,
пр. Азадлыг, 16/21, Баку
0000-0003-0555-374X, omar.gulalov@mail.ru

АННОТАЦИЯ

В данной статье представлена информация о составе молока и молочных продуктов, их пользе для организма человека, их многочисленных физико-химических свойствах и изменениях, которые происходят в этих свойствах. Молоко обладает рядом важных физических свойств, которые влияют на его состав, текстуру и поведение в различных областях применения. Некоторые из основных физических свойств молока следующие: Его средняя плотность при 20ºC составляет 1,027–1,032 г/см³. При добавлении воды в молоко плотность уменьшается, а при отделении молочного жира плотность увеличивается. Эти показатели позволяют определить фальсификацию молока. Молоко — это секрет, синтезируемый клетками молочной железы из веществ, поступающих с кровью. Благодаря своему разнообразному биохимическому составу молоко является ценным продуктом питания, используемым на всех этапах жизни человека.

Определено, что обеспечение населения качественными продуктами питания является одной из важных проблем для ученых и технологов. Молоко и молочные продукты — это пищевые продукты, играющие незаменимую роль в питании человека. По химическому составу и биологической ценности эти продукты превосходят другие продукты питания. Они не только являются продуктом сбалансированного питания человека, но и обладают оздоровительными свойствами. Высокая пищевая ценность, биологическое и лечебное действие молока обусловлены содержащимися в нем ценными белками, легкоусвояемыми жирами, различными витаминами и гормонами. Спрос на молочные продукты обусловлен сбалансированным наличием этих веществ в молоке, а также их богатым составом. Также было отмечено, что молоко является хорошим стимулятором, который увеличивает усвоение организмом других питательных веществ.

В то же время высказываются различные мнения относительно одного из основных свойств молока — его термических свойств. Таким образом, термические свойства означают пастеризацию и стерилизацию молока. Собранное молоко пастеризуют, то есть нагревают при высокой температуре в течение короткого времени с целью уничтожения бактерий. Это позволяет повысить качество молока и обеспечить его безопасное потребление.

Установлено, что процесс пастеризации молока заключается в его нагревании до определенной температуры с целью уничтожения патогенных микроорганизмов в молоке и последующем быстром охлаждении. Этот процесс обеспечивает максимальное сохранение питательных веществ в молоке. Пастеризованное молоко — пищевой продукт, который полностью свободен от болезнетворных факторов и частично свободен от других незначительных влияющих факторов при температурах ниже точки кипения, не вызывая никаких изменений качества. Срок годности пастеризованного молока составляет 5 суток при хранении в холодильнике. В статье рассматривается химический состав молока и многочисленные изменения в его составе в результате пастеризации.

Ключевые слова: *Молоко, белок, жир, витамины, лактоза, пастеризация, стерилизация*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1040

TECHNOLOGY OF FİSH PRODUCT PRODUCTİON

Gulnara Aliyeva[1], Aynur Mammadova[2], Firangiz Rahimova[3], Samira Bayramova[4]
Konul Iravanli[5]

Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan
[1]
[2] http://orcid.org/0000-0002-1938-1320
[3] http://orcid.org/0000-0002-7626-1472
[4] http://orcid.org/0000-0001-8142-3483
[5] http://orcid.org/0000-0002-9696-0887

Abstract
Food refrigeration is used to quickly reduce the temperature of a product to its optimum storage temperature. Food products begin to spoil very quickly after harvesting. Therefore, it is important to store it as quickly as possible to ensure the best quality of the product. To ensure maximum shelf life with minimal loss of quality, food products must be cooled after harvesting to their optimum storage temperature. Therefore, products that need to be shipped over long distances must be cooled and shipped by refrigerated transport.
Food refrigeration involves moving food products at a high temperature (usually the temperature at harvest or slaughter) to a cooling or pre-cooling chamber, where they must be cooled as quickly as possible to their optimum storage temperature. Then it is moved from the cooling chamber to the refrigeration chamber. The handling of the product during the cooling stage significantly affects its final quality and shelf life. Therefore, the cooling process maintains an environment that minimizes the harmful effects of enzymes, microorganisms and other factors that reduce the quality of the product.

Key words: *fish, cool,temperature, effect, food, product.*

Introduction
Today, various technologies are used to process fish and fish products. The most promising method is storage at low temperatures. This method makes it possible to maintain high quality products for a long time. They are delivered to the consumer in perfect condition. This is etremely important.
Features of fish cooling
When frozen, the water present in the fish becomes solid. At the same time, the enzymatic processes occurring in the product stop.
Many bacteria present in fish like to develop at temperatures of 25 degrees and above. But some microorganisms are also active at low temperatures.
Fish can be preserved with ice. For this, freezing, cooling, and freezing are used. Each of these methods has certain characteristics. They are regulated by international standards and requirements.

Fish cooling is the process of reducing the temperature of the fish to a certain level in order to slow down the development of microorganisms and extend the shelf life. This method of preservation is used to keep the fish fresh and prevent spoilage.

Technology

Fish cooling includes several stages:

Fish washing and sorting: the fish is thoroughly washed and sorted by type and size.

Fish packing: the fish is placed in special containers or boxes, usually using ice or cold water.

Cooling: the fish is cooled to a certain temperature, which depends on the type of fish and storage requirements. Typically, the cooling temperature is from 0 °C to -1 °C.



Fig.1. Fish cooling

Advantages of fish cooling

Preservation of freshness and quality of fish. Cooling slows down the processes of rotting and oxidation, which allows you to preserve the taste, aroma and nutrients.

Increased shelf life. Chilled fish can be stored in the refrigerator from several days to several weeks, depending on the type of fish and storage conditions.

Ease of transportation. Products are easier to pack and transport, which reduces the risk of damage and loss of quality.

Metods

Fish cooling is an important preservation method that allows you to maintain the freshness and quality of fish for a certain time.

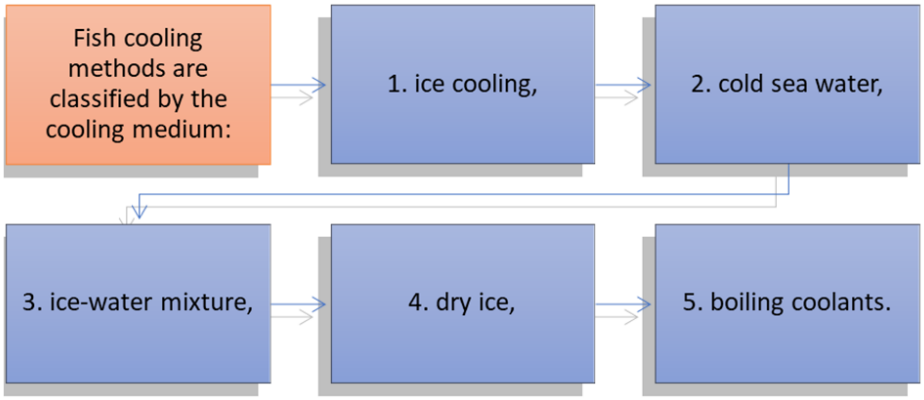
How to cool fish with ice

Special containers or boxes are used to cool fish with ice. A layer of ice is poured onto the bottom of the container, then the sorted fish is laid out in an even layer. After that, ice is put back on and the layers are repeated until the container is full. The top layer in the container should be made of ice.

This method helps slow down the development of microorganisms and extend the shelf life of the fish. Chilled fish can be stored in the refrigerator from several days to several weeks, depending on the type of fish and storage conditions.

If you need to store fish longer, you need to purchase special equipment for freezing fish. With its help, you can quickly freeze the product and deliver it to retail outlets. It is only important to select the appropriate unit taking into account the requirements.

A distinction is made between chilled fish sold as finished products (table fish) and chilled fish intended for further processing. Chilled fish sold as finished products must have a temperature in the thickness of the meat (near the spine) of -1…+5 °C.
Cooling is a method of preservation based on the slowing down of physical, chemical, biochemical and microbiological processes occurring in the body of dormant fish with cold.
In industry, the most widespread cooling of fish is with ice, cold sea water and ice-water mixture.
In the fishing industry, natural and artificial ice made from fresh or sea water is used. Artificial ice is produced in ice generators in the form of slabs, blocks, tubes, granules, shells, flakes or snowflakes.
Ice cooling of fish is carried out in inventory forms (boxes, boxes, containers, baskets, etc.) with layer-by-layer pouring of ice. The duration of fish cooling depends on its thickness, the dosage of ice, the degree of its crushing and the air temperature. Finely crushed ice cools faster and causes less damage to fish.



Cooling of fish with special packaging ice - flake, snow is more effective. Snow ice is obtained by grinding pieces of ice in special mill-type installations. The ice turns into a dry snow mass and is fed to the packaging site using a fan and a hose. Injury to fish during packaging in snow ice is excluded, which has a positive effect on its quality.
In the absence of snow or other special packaging ice, food or antiseptic ice is used. Edible ice is obtained by freezing drinking water in ice generators. Edible ice should not contain coliform bacteria. Cooling with edible ice to a temperature of -1 °C allows to extend the shelf life of fish by 2-3 days compared to storage in ordinary ice.
The fish, thoroughly washed and sorted by type and size, is weighed and delivered to the place of laying, where there is prepared container - barrels or boxes. A hole is drilled in the bottom of the container to drain the water formed when the ice melts, the inside of the container is lined with insulating material and weighed, after which a stencil is applied indicating the weight of the fish.
A layer of ice is poured onto the bottom of the container, one row of fish is placed on it (small fish are placed in two rows), covered with a layer of ice, on which a layer of fish is placed again, etc. The packed fish is loaded into isothermal transport and immediately sent to the consumer.
Cooling fish with cold liquid is faster and more uniform compared to cooling with ice, and the temperature inside the fish approaches cryoscopic. Fresh fish, thoroughly washed and sorted by type and size, is immersed in a cold liquid - a weak brine (2-3% salt) or sea water (3-5% salts),

the osmotic pressure of which is approximately equal to the osmotic pressure of cell juice, which ensures minimal penetration of table salt into the fish.

Cooling fish in a liquid medium is used when it is sent for technological processing. The fish is loaded into containers with continuously circulating cooled sea water. At a coolant temperature of –3… –4 °C, small fish are cooled to 0 °C in 4–6 minutes, and large fish in 1.5–6 hours. Antiseptics, antibiotics, and antioxidants can be added to the ice and coolant.

Fish can be cooled on irrigation conveyors. Fish placed on it or suspended from it passes under jets of cold liquid coming from nozzles mounted above the conveyors.

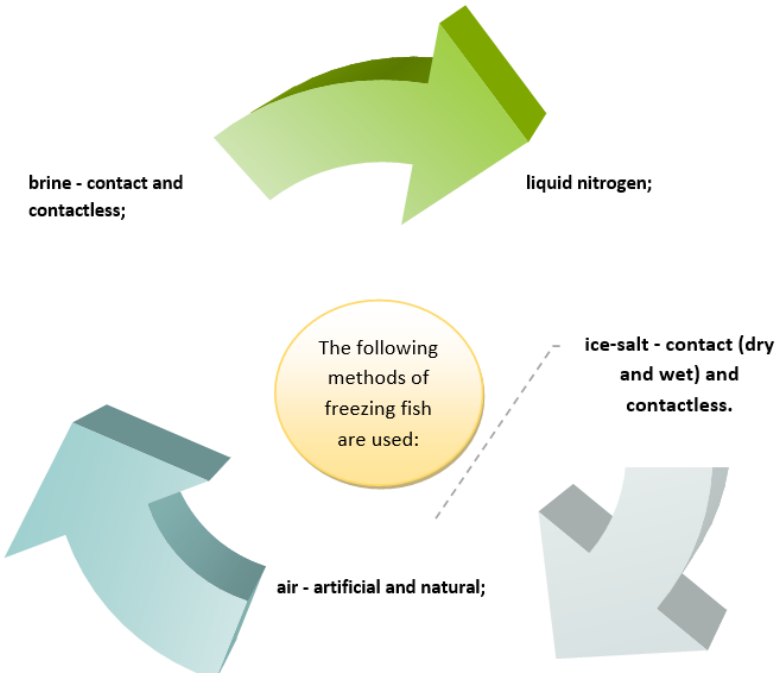
Liquid carbon dioxide is used to cool fish. Low cooling temperatures (about -78 °C) and enrichment of the atmosphere with carbon dioxide (CO2) ensure an extension of the shelf life of chilled fish to two weeks. Fish is also cooled with liquid nitrogen vapor (the boiling point of liquid nitrogen is -195.6 °C). In this case, freshly caught fish is cooled to a core temperature of –1…–2 °C in 2–3 hours. Such a product can be stored for 10 days without significant deterioration in quality.

When storing chilled fish under vacuum (300–400 mm Hg), the vital activity of microorganisms is suppressed, which helps to maintain the quality of the chilled product during storage

Fish preserved by cold to a solid state, when the temperature in the thickness of the meat reaches -6 ... 8 ° C and below, is called frozen.

The most common method, ensuring the production of a high-quality product, is carried out in quick-freezing air units and plate devices with a freezing temperature of -30 ... 42 ° C, air speed - from 6 to 8 m / s, relative humidity - 90-98%.

spiral freezerThe most promising are tunnel freezers with a spiral conveyor. In plate devices, fish is frozen as a result of contact with a cooled metal surface. Freezing time is from 2 to 4 hours depending on the thickness of the fish. In this type of device, it is more practical to freeze fish that has been pre-cut or formed into blocks.



A common method is air freezing of fish in refrigerator freezers at a temperature of -23…30 °C. Carefully washed, sorted by type, size and quality, the fish is laid out on clean galvanized iron trays or metal mesh. Very large fish are frozen in a suspended state.

At a chamber temperature of -23…30 °C and natural air circulation, small fish are frozen in 8-12 hours, fish weighing up to 3 kg - 12-18 hours, more than 3 kg - 36 hours or more. The use of forced circulation of cold air accelerates the freezing process by 20% and ensures a higher quality product.

Tile freezer

Fish is also frozen in an ice-salt mixture. The freezing method can be: contactless and contact. When freezing, each row of fish is sprinkled with a mixture of ice and salt until the container is filled. As the brine forms, it is removed. The duration of freezing fish is 10-11 hours.

The wet method of ice-salt freezing differs from the previous one only in that the brine is not removed from the container and remains with the fish until it is completely frozen.

Result

Freezing in liquid media can be contact and contactless. Contact freezing can only be carried out in solutions of table salt cooled to a temperature of -21 ° C.

There are devices for freezing fish directly in a refrigerant (CO2, N2, freon), which are simple in design and provide a high freezing rate.

To avoid fat oxidation, the entire surface of frozen fish is covered with a thin, strong ice shell - glaze. Glazing is carried out with clean fresh chlorinated water cooled to +1...3 °C.

Fish or fish blocks, frozen by air or slab freezing (fish by brine contact ice-salt freezing are not glazed), are immersed twice in chilled water for 5-6 seconds with a break of 10-12 seconds to freeze the water on the surface of the fish or block.

The air temperature should not be higher than -12 °C. After the second immersion in water, the fish is kept in the air for at least 1 minute to fix the ice crust. The mass of glaze should be at least 4% of the mass of the fish. Adding antioxidants to the glaze extends the shelf life of the fish. Instead of glazing, whole fish is packed in polymer films before freezing.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ

Гульнара Алиева, Айнур Мамедова, Фирангиз Рагимова, Самира Байрамова
Кенуль Иреванлы
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
[1]
[2] http://orcid.org/0000-0002-1938-1320
[3] http://orcid.org/0000-0002-7626-1472
[4] http://orcid.org/0000-0001-8142-3483
[5] http://orcid.org/0000-0002-9696-0887

РЕЗЮМЕ

Охлаждение пищевых продуктов используется для быстрого снижения температуры продукта до оптимальной температуры хранения. Пищевые продукты начинают портиться очень быстро после сбора урожая. Поэтому важно как можно быстрее хранить их, чтобы обеспечить наилучшее качество продукта. Чтобы обеспечить максимальный срок хранения

с минимальной потерей качества, пищевые продукты должны быть охлаждены после сбора урожая до оптимальной температуры хранения. Поэтому продукты, которые необходимо перевозить на большие расстояния, должны быть охлаждены и отправлены рефрижераторным транспортом.

Охлаждение пищевых продуктов включает перемещение пищевых продуктов при высокой температуре (обычно температуре при сборе урожая или убое) в камеру охлаждения или предварительного охлаждения, где они должны быть охлаждены как можно быстрее до оптимальной температуры хранения. Затем они перемещаются из камеры охлаждения в холодильную камеру. Обработка продукта на этапе охлаждения существенно влияет на его конечное качество и срок годности. Поэтому процесс охлаждения поддерживает среду, которая сводит к минимуму вредное воздействие ферментов, микроорганизмов и других факторов, снижающих качество продукта.

Сегодня для обработки рыбы и рыбных продуктов используются различные технологии. Наиболее перспективным методом является хранение при низких температурах. Этот метод позволяет сохранять высокое качество продукции в течение длительного времени. Она доставляется потребителю в идеальном состоянии. Это крайне важно.

При замораживании вода, находящаяся в рыбе, становится твердой. При этом ферментативные процессы, происходящие в продукте, прекращаются.

Многие бактерии, присутствующие в рыбе, любят развиваться при температуре 25 градусов и выше. Но некоторые микроорганизмы активны и при низких температурах.

Рыбу можно консервировать льдом. Для этого используют замораживание, охлаждение и заморозку. Каждый из этих методов имеет определенные особенности.

Ключевые слова: *рыба, охлаждение, температура, эффект, еда, продукт.*

BALIQ İSTEHSAL TEXNOLOGİYASI

Gülnarə Əliyeva, Aynur Məmmədova, Firəngiz Rəhimova, Samirə Bayramova
Kənul İrəvanlı
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
[1] http://orcid.org/0000-0002-1938-1320
[2] http://orcid.org/0000-0002-1938-1320
[3] http://orcid.org/0000-0002-7626-1472
[4] http://orcid.org/0000-0001-8142-3483
[5] http://orcid.org/0000-0002-9696-0887

XÜLASƏ

Qida soyuducusu məhsulun temperaturunu tez optimal saxlama temperaturuna endirmək üçün istifadə olunur. Qida məhsulları məhsul yığdıqdan sonra çox tez xarab olmağa başlayır. Buna görə də, ən keyfiyyətli məhsulu təmin etmək üçün onları mümkün qədər tez saxlamaq vacibdir. Minimum keyfiyyət itkisi ilə maksimum raf ömrünü təmin etmək üçün qida məhsulları yığımdan sonra optimal saxlama temperaturuna qədər soyudulmalıdır. Buna görə də, uzun məsafələrə daşınması lazım olan məhsullar soyudulmalı və soyuducu nəqliyyat vasitəsi ilə göndərilməlidir.

Ərzaqların soyudulması qida məhsullarının yüksək temperaturda (adətən məhsul və ya kəsim temperaturu) soyuducu və ya əvvəlcədən soyuducu otağına köçürülməsini nəzərdə tutur, burada onların optimal saxlama temperaturuna qədər mümkün qədər tez soyudulur. Sonra soyuducu kameradan soyuducu kameraya keçirlər. Məhsulun soyutma mərhələsində emalı onun son keyfiyyətinə və saxlama müddətinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Buna görə də, soyutma prosesi fermentlərin, mikroorqanizmlərin və məhsulun keyfiyyətini aşağı salan digər amillərin zərərli təsirlərini minimuma endirən bir mühit saxlayır.

Bu gün balıq və balıq məhsullarının emalı üçün müxtəlif texnologiyalardan istifadə olunur. Ən perspektivli üsul aşağı temperaturda saxlamadır. Bu üsul yüksək keyfiyyətli məhsulları uzun müddət saxlamağa imkan verir. Əla vəziyyətdə istehlakçıya çatdırılır. Bu son dərəcə vacibdir.

Dondurulduqda balıqdakı su bərk olur. Bu zaman məhsulda baş verən enzimatik proseslər dayanır.

Balıqlarda mövcud olan bir çox bakteriya 25 dərəcə və yuxarı temperaturda böyüməyi xoşlayır. Ancaq bəzi mikroorqanizmlər aşağı temperaturda aktivdirlər.

Balıqları buzla da saxlamaq olar. Bu məqsədlə dondurma, soyutma və dondurma istifadə olunur. Bu üsulların hər biri müəyyən xüsusiyyətlərə malikdir.

Açar sözlər: balıq, soyutma, temperatur, effekt, qida, məhsul.

1. В. А. Тимофеева. Рыба охлаждённая // Товароведение продовольственных товаров. — 5-е. — Ростов н/Д.: Феникс, 2005. — С. 356—357. — 416 с. — 11 000 экз. — ISBN 5-222-07035-2.
2. Рыба охлаждённая // Товарный словарь / И. А. Пугачёв (главный редактор). — М.: Государственное издательство торговой литературы, 1959. — Т. VII. — Стб. 912—913.
3. Рыба охлаждённая // Товарный словарь / И. А. Пугачёв (главный редактор). — М.: Государственное издательство торговой литературы, 1959. — Т. VII. — Стб. 912—914.
4. Ратушный А. С. Рыба охлаждённая // Всё о еде от А до Я: Энциклопедия. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016. — С. 335—336. — 440 с. — 300 экз. — ISBN 978-5-394-02484-9.
5. Amirli F.A., Aghamaliyev Z. Z., Abdullayeva I.G., Pashayeva Z.N.&Aghamaliyeva D.B. The role of nutrition in ensuring healthy living. Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2(148), 2024., 629-638. DOI: 10.32010/mpmc2024.085
6. Ağamalıyev Z.Z., Abdullayeva İ.Q. Müasir insanın qida pəhrizi və çatışmamazlıqlar. International Conference dedicated to the 60th anniversary of the establishment of the Department of Technology of organic substances and high-molecular compounds. “Modern problems of macromolecular compound technology”. 25-26 Aprel 2024, p.151.
7. Abbasov V.M., Əmirli F.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Z.V., Quliyeva N.R. Qida kimyası. Dərslik. Bakı: Elm, 2023, 260 s.
8. Abbasov V.M., Qurbanov S.H., Əskərov V.E., Yusibov Y.Ə., Hacıyeva S.R., Əzizov R.E., Qasımov E.E., Əmirli F.Ə., Məmmədxanova S.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Ü.V., Məmmədli E.M. Qlobal ekoloji problemlər: səbəblər, həlli yolları, “yaşıl” enerji. Bakı: “Elm”, 2024, - 606 s.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1007

NUTRİTİON BİOCHEMİSTRY. BİOROLE OF MACRO – AND MİROELEMENTS

Fariz A. Amirli[1], Tarana S. Aghayeva[2], Aynur F. Mammadova[3]

Department of Chemical Technology, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan
[1] Doctor of Technical Sciences, Professor, http://orcid.org/0009-0001-0329-5137, fariz.emirov@asoiu.edu.az
[2] PhD in biological sciences, http://orcid.org/0000-0000-0000-0000, terane.agayeva.s@asoiu.edu.az
[3] PhD student, http://orcid.org/0000-0002-1938-1320, aynur.memmedova@asoiu.edu.az

ABSTRACT

Concept of nutriome: characteristics of the main nutrients: daily requirement, biological role. Biochemical foundations of human nutrition: nutrition as the basis of the body's vital activity, release of energy from nutrients (transition of food energy into ATP energy). Interconversion of proteins, carbohydrates and lipids in the body. Basic principles of rational human nutrition. Alimentary diseases: definition, classification. The most common primary and secondary nutritional disorders. Diseases with alimentary factors in the development of pathology. General characteristics of mineral elements in the human body: classification and functions. Biological role of individual macro- and microelements in the human body. Among the numerous sections of biological chemistry, nutritional biochemistry occupies a special place, since health problems often begin with nutritional problems.

Nutritional biochemistry is a section of biochemistry that studies: substances and in what quantities are necessary for the body to function, the biofunction of each nutrient, biochemical transformations of nutrients in the human body, the consequences of consuming nutrients in excess or insufficient quantities.

Nutriome is a set of necessary alimentary factors to maintain a dynamic balance between humans and the environment, aimed at ensuring life, preserving and reproducing the species, and maintaining the adaptive potential of the body.

Key words: *body, biochemistry, temperature, effect, food, product, human.*

INTRODUCTİON

The diet should qualitatively and quantitatively provide the body's need for substances that can synthesize their own structures in cells and tissues, necessary for vital processes, adaptive and protective reactions.

It is the starting material for creating living tissue and its constant renewal, as well as the only source of energy for humansmanimals are recognized as organic and inorganic substances that enter the body together with food.

Principles of composition of the ration

Based on the concept of rational balanced nutrition, scientists should follow a number of principles when preparing a diet (i.e., the amount and composition of food products needed by a person per day):1. The caloric content of the diet must correspond to the energy expenditure of the organism for all types of life.

2. It is necessary to take into account the nutritional value of food substances. The diet

should contain the optimal amount of proteins, fats and carbohydrates, minerals, vitamins and water for this individual or professional group.

3. It is important to correctly distribute the caloric content of the diet in separate meals during the day in accordance with biorhythms, the mode and nature of work and other types of activity.

4. The use of technological processing methods that ensure the removal of harmful substances, do not cause a decrease in the biological value of food, and also do not allow the formation of toxic products.

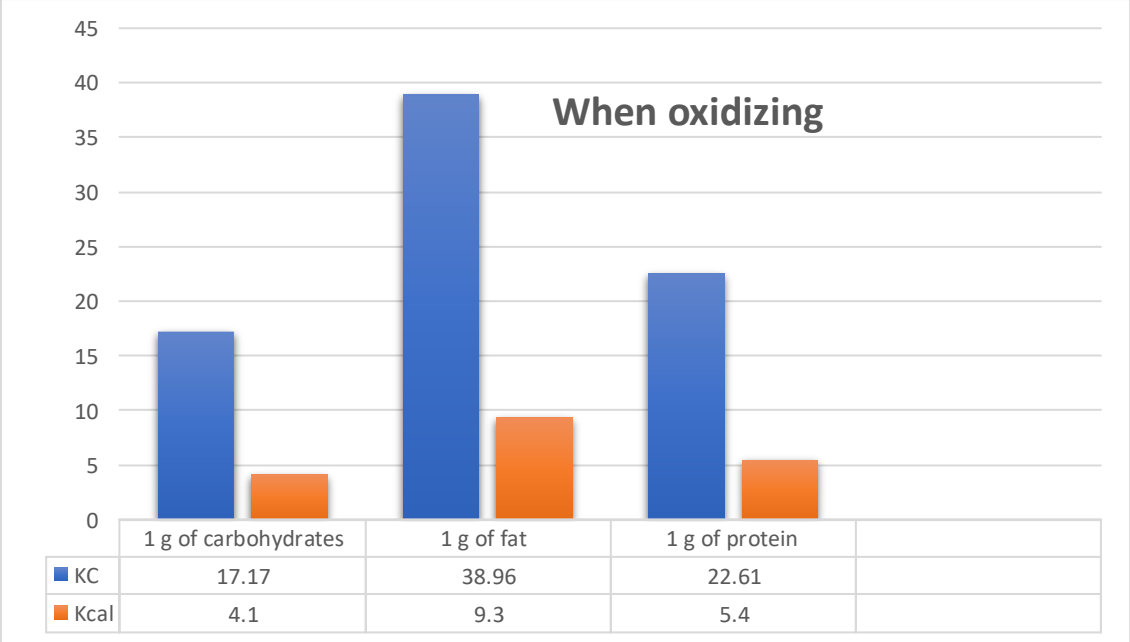
5. Provision of organoleptic qualities of food, which contribute to its digestion and absorption.

6. The presence of dietary fibers in the diet, which contribute to the removal of toxic products from the body.

Calorie ratio

The energy reserve in food is determined in a calorimetric bomb - a closed chamber immersed in a water bath [1]. A precisely weighed sample is placed in this chamber filled with pure oxygen and ignited. The amount of released energy is determined by changing the temperature of the water surrounding the chamber.

Methods



Too little nutrition, when the energy value of the daily ration does not cover the energy costs produced during the day, leads to the emergence of a negative energy balance. At the same time, the organism mobilizes all its resources to cover the formed energy deficit. The organism begins, first, to use as a source of energy all incoming food substances, including proteins, and secondly, to burn accumulated energy reserves, and not only fat, but also protein tissues, which leads to the development of protein deficiency.

A positive energy balance, when the caloric content of the daily diet significantly exceeds the energy expenditure, also leads to unpleasant consequences - the occurrence of obesity and related diseases: atherosclerosis, hypertension and many others.

Thus, both positive and negative energy balance adversely affects health, causing metabolic disorders, functional and morphological changes in various body systems.

Any human activity is accompanied by energy consumption, its amount from types of activity is presented in the table.

Rational nutrition is nutrition that ensures normal human life, improves health and prevents diseases.

The principles of rational nutrition are energy balance, adherence to the meal schedule and balanced nutrition[2].

The first principle of rational nutrition is energy balance, which implies that the energy value of the daily diet corresponds to the body's energy expenditure, no more and no less.

The second principle of rational nutrition is balanced nutrition. This means that the body should receive the substances it needs, and in the quantities or proportions it needs. Proteins are the building material for cells, a source of synthesis of hormones and enzymes, as well as antibodies to viruses. Fats are a storehouse of energy, nutrients and water. Carbohydrates and fiber are fuel. The ratio of proteins, fats and carbohydrates in the daily diet should be strictly defined.

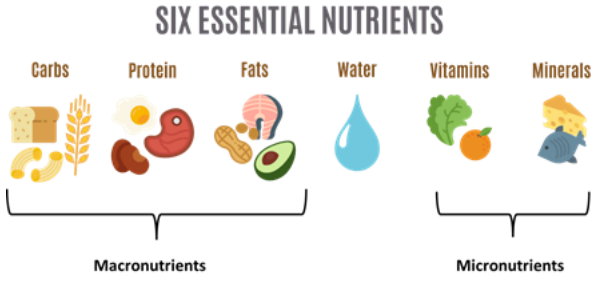
Briefly, the norms of rational nutrition can be presented as follows: animal fats - 10%; vegetable fats - 12%; animal proteins — 6%; vegetable proteins — 7%; complex carbohydrates — 60%; sugars — 5%.

The third principle of rational nutrition is the diet. The diet is characterized as follows: fractional meals 3-4 times a day; regular meals — always at the same time; uniform meals; the last meal no later than 3 hours before bedtime.

Basics of rational nutrition

The following rules are the basics of rational nutrition:

In order for the diet to be complete and balanced, it is necessary to consume a variety of products containing many different nutrients, microelements, and vitamins. This way you can fully satisfy the body's needs.



Be sure to eat bread, cereals, pasta, or potatoes at every meal. These products contain a lot of protein and carbohydrates, as well as fiber, minerals (calcium, magnesium, potassium), vitamins (ascorbic acid, carotenoids, folic acid, vitamin B6), while in their pure form these products have a low calorie content.

Vegetables and fruits (as well as legumes) are an essential component of the daily diet. You need to eat at least 500 grams of vegetables and fruits per day. Vegetables contain dietary

fiber, vitamins, organic acids and antioxidants necessary for the body. Green and leafy vegetables are especially useful - spinach, broccoli, arugula, lettuce, greens, cucumbers, Brussels sprouts.

Every day you need to consume dairy products with a low salt and fat content - this is a valuable source of calcium [3-5].

Replace fatty meat with fish, poultry, eggs, legumes or lean meat. They contain the same amount of protein, but there is no need to eat unnecessary animal fat - you will get the amount of animal fat required in accordance with the norms of rational nutrition from low-fat meats, fish and poultry.

Choose low-fat products, give up the habit of eating bread with butter, instead of fried food, prefer boiled or baked - fats are found everywhere, and you will certainly not be left without the portion of fats established by the norms of rational nutrition, but you should not exceed it. Instead of butter and sunflower oil, use olive oil - it contains more nutrients and antioxidants. Give up margarines and refined oils - they contain more harmful substances than useful ones.

Limit the consumption of fast carbohydrates and sugars - they have no nutritional value: all they give the body is quick energy, tooth decay and an imbalance in metabolism. Remember that the share of fast carbohydrates according to the standards of rational nutrition is only 5% of the total daily caloric value (this is only 150-200 kcal per day).

Drink water. For an adult (not an athlete), the daily water intake is 2 liters, for an athlete - 3-3.5 liters. Water is necessary for all chemical reactions in the body, without it you simply cannot live [6].

The norm for the consumption of table salt for an adult is 6 g per day. A modern person consumes about 18 g of table salt per day. Give up eating salted, smoked and canned foods, learn to eat lightly salted foods.

energy expenditure during various activities

Activity	Kcal/kg/hour
Sleep	0,9
Washing, dressing	2,1
Morning exercises	4,1
Brisk walking	4,0
Listening to lectures	1,5
Completing laboratory work	2,4
Oral preparation for classes	1,3
Written preparation for classes	1,5
Walking (slow walking)	2,7
Running	8,1
Swimming	7,1
Skating	10,0
Playing football	8,5
Tennis	6,1
Volleyball	3,0
Riding a bicycle	9,1
Driving a car	2,4
Playing musical instruments	2,3
Watching TV	1,3
Washing, cleaning, ironing	3,3
Cooking	2,4

The value of the body mass index (BMI) is calculated by the formula: (weight in kg) divided by the height in meters squared. If the BMI is less than 18.5, you are underweight, if the BMI is more than 25, you are overweight. Monitor your weight.

The maximum daily dose of alcohol allowed by the norms of rational nutrition is 20 grams of pure alcohol. Even a single excess of this dose can harm the body. Daily alcohol consumption will sooner or later develop into alcoholism. Take a reasonable approach to the issue of alcohol consumption, and when you do drink it, prefer natural alcoholic beverages - wine, cognac. The basis of rational nutrition is healthy natural food. Try to replace everything unnatural in your diet with natural ones.

Table 1 Human

In addition, there is a conditional classification of labor activity, each type corresponds to a certain daily energy consumption (Table 2).

Table 2. Daily energy expenditure depending on the work performed

Group	Features	Physical activity coefficient	Daily energy expenditure, kJ (kcal)
First	Profession	**1,4**	• **9799-10465** • **(2100-2450)**
Second	Mental work	**1,6**	• **10175-11732** • **(2500-2700)**
Third	Light physical work	**1,8**	• **12360-13827** • **(2950-3200)**
Fourth	Moderate physical work	**2,2**	• **14246-16131** • **(3400-3750)**
Fifth	Heavy physical work	**2,5**	• **16141-17598** • **(3840-4100)**

One of the characteristics of the nutritional value of carbohydrates is the glycemic index, which characterizes the ability of carbohydrates in food to increase blood glucose levels [7-9]. The glycemic index of food (glycemic (glycaemic) index, GI) is a relative indicator of the effect of carbohydrates in food on changes in blood glucose levels. The glycemic index of a food product is expressed by the ratio: (blood glucose level 2 hours after consuming the product/blood glucose level 2 hours after consuming pure glucose) x 100%. That is, GI compares the body's reaction to the product with the body's reaction to pure glucose, which has a glycemic index of 100. The glycemic index varies from 0 to 100 or more depending on how quickly the product is digested.

It is generally accepted that:

High GI	68-70
Medium GI	55-69
Low GI	0 - 54

Low GI carbohydrates are absorbed and digested more slowly, and cause a smaller and slower increase in blood glucose levels. and, therefore, usually, insulin levels. The glycemic index is important for diabetics.

The glycemic index depends primarily on the amount of mono- and disaccharides in food. In addition, the glycemic index is affected by other components of food, its consistency and

cooking method. The lowest values are for vegetables that have not undergone heat treatment.

Fiber, proteins and fats slow down the absorption of glucose in the intestines and thereby reduce the glycemic index.

Low GI carbohydrates are absorbed and digested more slowly, and cause a smaller and slower increase in blood glucose levels. and therefore, as a rule, insulin levels. The glycemic index is important for diabetics. The glycemic index depends primarily on the amount of mono- and disaccharides in food. In addition, the glycemic index is affected by other components of food, its consistency and cooking method. The lowest values are for uncooked vegetables.

Fiber, proteins and fats slow down the absorption of glucose in the intestines and thereby reduce the glycemic index.

Table 3. Approximate glycemic index of some foods

Beer	**110**	**Bananas**	**60**
Dates	103	**Whole wheat bread with bran**	50
Fried potatoes	95		
		Sugar-free muesli	50
White bread made from premium flour	95		
		Orange	49
Honey	90		
Carrots	85	**Buckwheat**	45
Popcorn	85	**Whole wheat pasta**	40
Sugar	75	**Apples**	40
White rice	72	**Dairy products**	
			39
White bread made from regular flour	70	**Grapefruit**	35
		Dark chocolate (without sugar)	
Milk chocolate	70		25
		Green vegetables, tomatoes	
Boiled potatoes	70		
		Mushrooms	25
Watermelons	70	**Bananas**	
Beer		**Whole wheat bread with bran**	15

Result

Basic principles of rational human nutrition
Rational nutrition (from the Latin rationalis - reasonable, meaningful) - nutrition that:
•replenishes the energy and plastic needs of the body without excess
•contains all the substances necessary for a person in sufficient and balanced quantities
Basic principles of rational human nutrition
•Food safety
•Adequacy
•Balance
•Diet regimen
Adequacy of nutrition is the caloric content of the daily diet that meets daily expenditure.
The body must receive so many nutrients that their free energy provides the daily need:
•in macroergic phosphates
•reduced equivalents, which are necessary for implementing all body functions
The energy expenditure of the body is: basal metabolism (approximately 1400-1700 kcal) - the minimum level of energy expenditure to maintain the body's vital functions in conditions of relatively complete physical and emotional rest.
Determination of the basal metabolic rate is carried out under standard conditions: in the morning - on an empty stomach 12-14 hours after eating in a lying position - with maximum muscle relaxation. in conditions of temperature comfort 18-220 C.

QİDA BİOKİMYASI. MAKRO- VƏ MİKROELEMENTLƏRİN BİOROLU

Fariz A. Əmirli[1], Təranə S. Ağayeva[2], Aynur F. Məmmədova[3]

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kimya texnologiyası kafedrası, Bakı, Azərbaycan

[1]texnika elmləri doktoru, professor, http://orcid.org/0009-0001-0329-5137, fariz.emirov@asoiu.edu.az
[2]biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, http://orcid.org/0000-0000-0000-0000, terane.agayeva.s@asoiu.edu.az
[3]PhD tələbəsi, http://orcid.org/0000-0002-1938-1320, aynur.memmedova@asoiu.edu.az

XÜLASƏ
Nutriom anlayışı: əsas qida maddələrinin xüsusiyyətləri: gündəlik tələbat, bioloji rol. İnsan qidalanmasının biokimyəvi əsasları: orqanizmin həyat fəaliyyətinin əsası kimi qidalanma, qida maddələrindən enerjinin ayrılması (qida enerjisinin ATP enerjisinə keçməsi). Bədəndə zülalların, karbohidratların və lipidlərin qarşılıqlı çevrilməsi. İnsanın rasional qidalanmasının əsas prinsipləri. Həzm sistemi xəstəlikləri: tərifi, təsnifatı. Ən çox görülən birincili və ikincili qidalanma pozğunluqları. Patologiyanın inkişafında alimentar amilləri olan xəstəliklər. İnsan orqanizmində mineral elementlərin ümumi xüsusiyyətləri: təsnifatı və funksiyaları. Ayrı-ayrı makro- və mikroelementlərin insan orqanizmində bioloji rolu. Bioloji kimyanın çoxsaylı bölmələri arasında qida biokimyası xüsusi yer tutur, çünki sağlamlıq problemləri çox vaxt qidalanma problemlərindən başlayır.
Qida biokimyası biokimyanın aşağıdakıları öyrənən bölməsidir: maddələri və orqanizmin işləməsi üçün hansı miqdarda lazım olduğunu, hər bir qida maddəsinin biofunksiyasını, insan orqanizmində qida maddələrinin biokimyəvi transformasiyalarını, qida maddələrinin artıq və ya

qeyri-kafi miqdarda istehlakının nəticələrini. Nutriome, həyatın təmin edilməsinə, növlərin qorunmasına və çoxalmasına, orqanizmin uyğunlaşma potensialının saxlanmasına yönəlmiş, insan və ətraf mühit arasında dinamik tarazlığı qorumaq üçün zəruri qida amillərinin məcmusudur.
Açar sözlər: *bədən, biokimya, temperatur, təsir, qida, məhsul, insan*

БИОХИМИЯ ПИТАНИЯ. БИОРОЛЬ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

Фариз А. Амирли[1], Тарана С. Агаева[2], Айнур Ф. Мамедова[3]

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан
[1]Доктор технических наук, профессор http://orcid.org/0000-0002-9095-2982, fariz.emirov@asoiu.edu.az
[2]Кандидат биологических наук, http://orcid.org/0000-0000-0000-0000, terane.agayeva.s@asoiu.edu.az
[3] Аспирант, http://orcid.org/0000-0002-1938-1320, aynur.memmedova asoiu@edu.az

РЕЗЮМЕ
Понятие о нутриоме: характеристика основных пищевых веществ: суточная потребность, биологическая роль. Биохимические основы питания человека: питание как основа жизнедеятельности организма, высвобождение энергии из пищевых веществ (переход энергии пищи в энергию АТФ). Взаимопревращения белков, углеводов и липидов в организме. Основные принципы рационального питания человека. Алиментарные заболевания: определение, классификация. Наиболее распространенные первичные и вторичные алиментарные нарушения. Заболевания с алиментарными факторами в развитии патологии. Общая характеристика минеральных элементов в организме человека: классификация и функции. Биологическая роль отдельных макро- и микроэлементов в организме человека. Среди многочисленных разделов биологической химии особое место занимает биохимия питания, поскольку проблемы со здоровьем часто начинаются с проблем с питанием.
Биохимия питания — раздел биохимии, изучающий: вещества и в каких количествах необходимы для функционирования организма, биофункцию каждого пищевого вещества, биохимические превращения пищевых веществ в организме человека, последствия потребления пищевых веществ в избыточном или недостаточном количестве.
Нутриом — совокупность необходимых пищевых факторов для поддержания динамического равновесия между человеком и окружающей средой, направленного на обеспечение жизни, сохранение и воспроизводство вида, поддержание адаптивного потенциала организма.
Ключевые слова: *тело, биохимия, температура, эффект, пища, продукт, человек.*

[1] Volokhov D, Rasooly A, Chumankov K, Chizhikov V.2002. Identification of Listeria species by microarray-based assay. J Clin Microbiol 40(12): 4720–2728.

[2] Vu KB, Ghahroudi MA, Wyns L, Muyldermans S. 1997. Comparison of llama VH sequences from conventional and heavy chain antibodies. Mol Immunol 34(16–17): 1121–1131.

[3] Wagner M, Schmid M, Juretschko S, Trebesius K-H,mBubert A, Goebel W, Schleifer K-H. 1998. In situdetection of a virulence factor mRNA and 16S rRNA in Listeria monocytogenes. FEMS Microbiol Lett 160:159–168.

[4] Wan J, King K, Forsyth S, Coventry MJ. 2003. Detection of Listeria monocytogenes in

salmon using Probelia polymerase chain reaction system. J Food Prot 66(3): 436–440.

[5] Weidmann M, Bruce JL, Keating C, Johnson AE,McDonough PL, Batt CA. 1997. Ribotypes and virulence gene polymorphisms suggest three distinctListeria monocytogenes lineages with differences inpathogenic potential. Infect Immun 65(7): 2707–2716.

[6] Whitehouse CA, Balbo PB, Pesci EC, Cottle DL,Mirabito PM, Pickett CL. 1998. Campulobacter jejuni cytolethal distending toxin causes a G2-phasecell cycle block. Infect Immun 66(5): 1934–1940.

[7] Williams RC, Isaacs S, Decou ML, Richardson EA,Buffett MC, Slinger RW, Brodski MH, Ciebin BW,Ellis A, Hocken J et al. 2000. Illness outbreak associated with Escherichia coli O157:H7 in Genoa salami. Can Med Assoc J 162(10): 1409–1413.

[8] Wong CS, Jelacic S, Habeeb RL, Watkins SL, Tarr PI.2000. The risk of the hemolytic-uremic syndromeafter antibiotic treatment of Escherichia coli O157:H7infections. N Eng J Med 342:1930–1936.

[9] Woolven BP, Frenkin LGJ, van der Logt P, Nicholls PJ.1999. The structure of the llama heavy chain constant genes reveals a mechanism for heavy-chainantibody formation. Immunogenet 50:98–101.

[10] Woteki CE, Kineman BD. 2003. Challenges andapproaches to reducing foodborne illness. Annu Rev Nutr 23:314–344

[11] Amirli F.A., Aghamaliyev Z. Z., Abdullayeva I.G., Pashayeva Z.N.&Aghamaliyeva D.B. 2024. The role of nutrition in ensuring healthy living. Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2(148), 629-638.

[12] Abbasov V.M., Əmirli F.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Z.V., Quliyeva N.R. Qida kimyası. Dərslik. Bakı: Elm, 2023, 260 s.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1016

THE ISSUE OF EVALUATING LANDFILL SITES AS A SOURCE OF POLLUTION OF ENVIRONMENTAL OBJECTS

M.B.Ahmadzade, S.S.İsmayılova, L.R.Mammadova

Azerbaijan State Oil and İndustry University
https://orcid.org/0000-0003-1878-6833,latifa.mamedova@asoiu.edu.az
https://orcid.org/0000-0002-5558-829X, sabira.ismayilova@yahoo.com
https://orcid.org/0009-0000-0949-4121,mirsahmin@mail.ru

ABSTRACT

The expansion of modern industrial activities and the intensive exploitation of natural resources have exacerbated issues of anthropogenic environmental pollution. This article investigates the environmental impact of waste disposal sites—particularly landfills generated during ore processing—on environmental components such as water, soil, and biological systems. Toxic substances and heavy metals released from these sites contribute to significant geochemical and ecological changes. The research identifies key sources of pollution and analyzes their role in biogeochemical cycles. It also proposes ecological safety measures to mitigate risks. The study provides a systematic evaluation of technogenic pollution sources and outlines strategies for sustainable environmental management.

INTRODUCTION

The rapid increase in the consumption of natural resources is accompanied not only by the expansion of anthropogenic impacts but also by the emergence of new factors that were previously considered insignificant but are now dominant. The damage caused to natural components results in significant consequences, and this impact can be generalized through the concept of "modern ecological condition."

It is well known that large amounts of mineral raw materials are extracted from the Earth's depths every year, leading to the active chemical pollution of environmental components. As a result, various technogenic landscapes – ore washing landfills, residue storage sites, waste puddles, and other objects – are formed. In the southern part of the Far East, the rapid development of the mining industry has already led to the entry of toxic chemical elements into the environment, causing disruptions to all of its components. The accumulation of hazardous substances harmful to human health and ecosystems has occurred.

Currently, the scale of emissions of technogenic pollutants into the atmosphere can be compared to the migration and accumulation of various compounds through natural processes [1]. The direct negative impact of landfill sites, and the resulting chemical pollution of soil, living organisms, water, and air, negatively affects the health of the population in mining settlements. The deterioration of the ecological situation leads to a decline in the quality of living environments, including for humans [2-3, 6].

Therefore, the aim of this research is to evaluate landfill sites as a source of negative impact on biosphere components and to ensure their ecological and social safety. To achieve this goal, the following tasks have been identified:

1. Analysis, generalization, and systematization of scientific literature related to the topic;
2. Identification of the key factors affecting ecological risks associated with landfill sites.

The methodological basis of the research is derived from the teachings of Academician V.I. Vernadsky on the biosphere and noosphere [4], and the main principles outlined in the "Program and Methodology for the Study of Technogenic Biogeocenoses" [5]. Based on the analysis and systematization of the scientific literature, as well as the study of mining industry objects, particularly landfill sites in the southern part of the Far East, we have identified the following key ecological risk factors and developed a classification of technogenic sources (Figure 1):

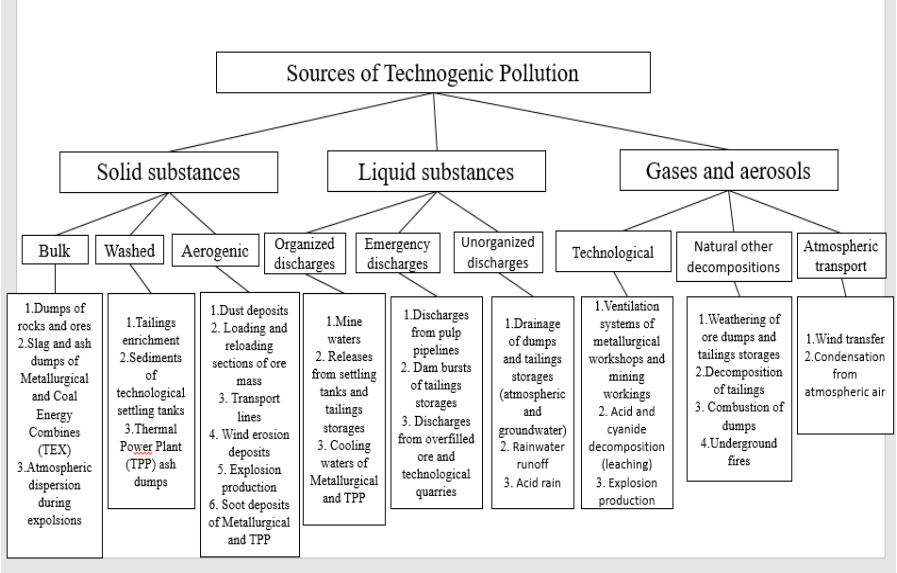


Figure 1. Classification of technogenic sources

1. The presence of a source of negative impact on biosphere components – pollutants and toxic chemical elements in waste (gases, liquids, and solid substances);
2. High waste rates of the enterprise, exceeding the potential capabilities of natural ecological systems;
3. The biometeorological and orographic conditions of the enterprise's location, as well as ecological capacity;
4. The wear of equipment increasing the likelihood of accidents in the mining facility;
5. The number of people living near the mining enterprise;
6. The degree of area development;
7. The lack of nature protection measures aimed at reducing the impact of mining activities on the environment. This includes systems ensuring the reliability of technological processes, preventing accidents, and the operability of ecological monitoring.

Impact of Landfill Sites on Biosphere Components

Biogeochemical studies of biosphere components show that landfill sites actively contribute to the geochemical cycle of heavy metals. Currently, landfills are in an active formation stage and exert an intense impact on the environment. Large quantities of gases and heavy metals are released from these objects, as evidenced by the analysis of snow cover during the winter-spring period (Figure 2). Cancerogenic (cadmium, nickel) and non-cancerogenic (copper, lead, cobalt,

chromium, arsenic, etc.) elements have been found in the water-soluble fraction. The formed pollution zones and material flows spread through natural migration mechanisms. Research has shown that high concentrations of toxic substances accumulate not only in soils (Figure 2) and sediment layers (Figure 3) but also in plant cover. More intensive absorption of lead and iron by plants is observed in river valleys and areas exposed to the surface and groundwater effects of wastewater

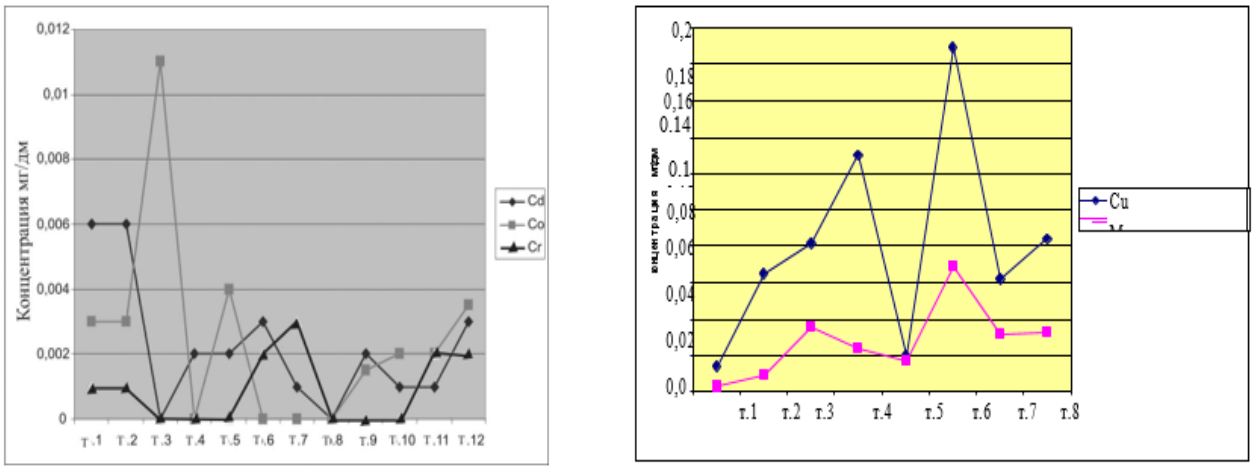


Figure 2. Content of heavy metals in snow cover samples, mg/dm³

The concentration of all elements in sludge and drainage water is significantly higher than background levels. The primary pollutants of atmospheric air are dust particles containing heavy metals (lead, arsenic, copper, chromium, cobalt, nickel, cadmium), whose concentrations are 7 to 45 times above normal.

Ecological Changes in the Impact Zone of Landfill Sites

The following ecological changes have been recorded in the impact zone of the central enrichment factory's landfill sites:

1. Waste causes the formation of lithochemical contamination zones in ecosystems.
2. Lithochemical contamination areas form outside the waste disposal sites, contaminating soil and plant cover.
3. Lithochemical washouts occur due to temporary and permanent flows of rocks carried by waste.
4. The infiltration of atmospheric precipitation, surface, and groundwater through waste leads to the formation of hydrogeochemical contamination zones and flows.
5. Loss of mineral raw materials due to wind and water erosion of waste.

These effects result in a decrease in soil productivity, a reduction in landscape value, a decline in plant species diversity, and a negative impact on human health.

Measures to Reduce the Negative Impact of Landfill Sites

Research shows that the normal operation of technogenic objects is only possible if the following principles are followed:

1. The rational safety principle that ensures the reduction of ecological risks and their consequences to a minimum.
2. The principle of maintaining the quality of life, which ensures the protection of a favorable ecological environment for living organisms and mining settlement residents.
3. The balanced risk principle, which requires the consideration of hazardous natural and technogenic factors.
4. The "cost-risk," "benefit-risk," and "cost-benefit" principles in waste management evaluation.

Based on these principles, the following measures have been developed to reduce the negative environmental impact of landfill sites:

1. Development of an ecological safety program for regions with mining industry development.
2. Reclamation of damaged areas, including waste storage sites, as a result of mining activities.
3. Continuous monitoring of ecological changes in the impact zone of mining objects.
4. Improvement of environmental legislation and strengthening of control measures.
5. Protection of the health of the population living in mining settlements and prevention of diseases related to ecological factors.

References

1. Trubechkov K.N., Galchenko Yu.P., Burtsev L.I. Environmental protection during the development of underground resources // Bulletin of the Russian Academy of Sciences. - 1998. - Vol. 68. – pp. 629–637.
2. Trubechkov K.N., Galchenko Yu.P. Nature and man: contradictions and ways to eliminate them // Bulletin of the Russian Academy of Sciences. - 2002. - No. 2. – pp. 34–39.
3. Grigoryeva M.B., Ivanov A.K., Tushev S.I. Ecological monitoring during the construction and operation of the M.V. Lomonosov mining and enrichment complex // Ore enrichment. - 1989. - No. 6. – pp. 39–42.
4. Vernadsky V.I. Biosphere. - M.: Mysl, 1967. – 287 p.
5. Kolesnikov B.P., Motorina L.V. Methods for studying biogeocenoses in technogenic ecosystems // Program for the study of technogenic biogeocenoses. - M.: 1978. – pp. 5–21.
6. Abbasov V.M., Qurbanov S.H., Əskərov V.E., Yusibov Y.Ə., Hacıyeva S.R., Əzizov R.E., Qasımov E.E., Əmirli F.Ə., Məmmədxanova S.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Ü.V., Məmmədli E.M. Qlobal ekoloji problemlər: səbəblər, həlli yolları, “yaşıl” enerji. Bakı: “Elm”, 2024, - 606 s.

M.B.Ahmadzade, S.S.İsmayılova, L.R.Mammadova
Azerbaijan State Oil and İndustry University
https://orcid.org/0000-0003-1878-6833,latifa.mamedova@asoiu.edu.az
https://orcid.org/0000-0002-5558-829X, sabira.ismayilova@yahoo.com
https://orcid.org/0009-0000-0949-4121,mirsahmin@mail.ru

Xülasə

Müasir sənaye fəaliyyətlərinin genişlənməsi və təbii ehtiyatların intensiv istismarı ətraf mühitin texnogen çirklənməsi problemlərini daha da aktuallaşdırmışdır. Bu məqalədə faydalı qazıntıların

emalı zamanı yaranan tullantı sahələrinin – xüsusən də poliqonların ətraf mühit obyektlərinə (su, torpaq, bioloji sistemlər) təsiri tədqiq olunur. Tullantı sahələrindən ayrılan ağır metallar və toksik birləşmələr torpaq, su və hava ilə yayılaraq biosfer komponentlərində ciddi dəyişikliklərə səbəb olur. Araşdırma zamanı çirklənmənin əsas mənbələri və onların biogeokimyəvi dövriyyəyə təsiri müəyyən edilmiş, risklərin azaldılması üçün ekoloji təhlükəsizlik tədbirləri təklif olunmuşdur. Məqalə texnogen mənşəli çirklənmə mənbələrinin qiymətləndirilməsi və onların idarə olunması yollarını sistemli şəkildə təqdim edir.

M.B.Ahmadzade, S.S.İsmayılova, L.R.Mammadova
Azerbaijan State Oil and İndustry University
https://orcid.org/0000-0003-1878-6833,latifa.mamedova@asoiu.edu.az
https://orcid.org/0000-0002-5558-829X, sabira.ismayilova@yahoo.com
https://orcid.org/0009-0000-0949-4121,mirsahmin@mail.ru

Аннотация

Расширение современных промышленных процессов и интенсивная эксплуатация природных ресурсов усугубили проблему антропогенного загрязнения окружающей среды. В данной статье рассматривается воздействие полигонов отходов, образующихся при переработке руд, на компоненты окружающей среды — воду, почву и биологические системы. Токсичные вещества и тяжелые металлы, выделяющиеся с этих объектов, вызывают значительные геохимические и экологические изменения. В исследовании выявлены основные источники загрязнения, проанализировано их влияние на биогеохимические циклы и предложены меры экологической безопасности для снижения рисков. Работа систематизирует подходы к оценке техногенного загрязнения и предлагает стратегии устойчивого управления окружающей средой.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1021

TƏHSİLDƏ EKOLOJİ BİLİKLƏRİN FORMALAŞMASININ ASPEKTLƏRİ

İbrahimova Xoşqədəm

Biologiya və onun tədrisi texnologiyası kafedrası, Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti
Dosent , http://orcid.org/0000-0002-5987-3346,xosqedem.ibrahimova59@gmail.com

XÜLASƏ

Ekoloji təhsilin məqsədi şəxsiyyətin ümumi mədəniyyətinin mühüm tərkib hissəsi kimi ekoloji mədəniyyəti formalaşdırmaqla yanaşı, təbiətimizin sərvətlərinin qorunub saxlanması və artırılmasında şəxsiyyətin cəmiyyətdəki rolunu dərk etməsini zəruri edir. Ekoloji şüurun, ekoloji mədəniyyətin, eləcə də şəxsiyyətin dünyagörüşünün formalaşdırılmasında ekoloji təhsil və tərbiyə zəruridir. Bu problemlərin həlli gənc nəsillərin ekoloji maarifləndirilməsi potensialından istifadə məsələlərini aktuallaşdırır.

Bəşəriyyətin tarixi inkişafı ətraf mühitin tarixi ilə ayrılmaz şəkildə bağlıdır. Müasir mərhələdə insanların ətraf mühitlə qarşılıqlı əlaqəsi qlobal ekoloji problemə çevrilmişdir. Ekoloji təhsil dövlət siyasətinin yeni prioriteti və insanların sürətlə dəyişən mühitə uyğunlaşdırılması vasitəsidir. Müasir cəmiyyət təkcə ekoloji biliklər sisteminə deyil, həm də ətraf mühitin mühafizəsi sahəsində praktiki bacarıq və vərdişlərə, insanın iqtisadi fəaliyyətinin nəticələrinin ekoloji proqnozlarını vermək bacarığına malik vətəndaşlara ehtiyac duyur. Bundan əlavə, gənc nəsildə ətraf mühitə qarşı qayğı və məsuliyyət hissi olmalıdır.

Açar sözlər: *ekoloji mühit, ekoloji maarifləndirilmə, ekoloji təhsil, ekoloji şüur, ekoloji mədəniyyət, ekoloji problem.*

GİRİŞ

Hazırda təhsil sistemində, o cümlədən biologiyanın tədrisində ümumi təhsilin strukturunun və məzmununun yenilənməsi, təhsilin yeni keyfiyyətinə nail olunmasının təmin edilməsi ilə bağlı problemlər ön plana çıxır. Bu problemlər biologiyanın tədrisinin prioritetlərinin dəyişdirilməsini, məqsədlərin yenidən nəzərdən keçirilməsini və onun məzmununun cəmiyyətin yeni tələbatlarına, qlobal tendensiyalara, müasir mərhələdə biologiya elminin nailiyyətlərinə uyğunlaşdırılmasını tələb edir. Təbii mühitin tənəzzülünü aradan qaldırmağa və onun qorunmasına yönəlmiş insan və təbiət arasında yeni növ münasibətlərin formalaşması müasir cəmiyyətin ekoloji problemlərinin həllinə məhsuldar yanaşma kimi qəbul edilir.

Son illərdə ekoloji problemlərin artması ətraf mühitlə bağlı tədqiqatların da sayının artmasına səbəb olmuşdur. Tədqiqatçılar vurğulayırlar ki, ekoloji problemləri azaltmağın ilk yolu ekoloji şüurlu vətəndaşların yetişdirilməsidir. Bu şüurlu insanların yetişməsində ekoloji maarifləndirmə böyük rol oynayır.

XXI əsrdə dünyada müşahidə edilən sürətli əhali artımı və insan ehtiyaclarının artması ilə hava və su kimi müxtəlif resursların sürətli və şüursuz istehlakı, tullantıların ətraf mühitə atılması, planlaşdırılmamış urbanizasiya və bir çox problemlərə, xüsusilə təbii tarazlığının pozulmasına səbəb olur. Təbii tarazlıq pozulduqda ciddi ekoloji problemlər yaranır. Bu vəziyyət siyasi və elmi dairələri baş verənlərin səbəbləri haqqında düşünməyə vadar edir. Bu məqamda ekoloji təhsil

ortaya çıxır. Ətraf mühit problemi son otuz ildə dünyada ən çox müzakirə edilən sosial gündəm mövzularından biridir. Beynəlxalq platformalarda ekoloji problemlərin qarşısını almaq və həll etmək üçün ilk əhəmiyyətli səylər 1970-ci illərin əvvəllərində başladı. Ekoloji təhsil xüsusilə 1972-ci ildə Stokholmda keçirilən İnsan Ətraf Mühit üzrə Birləşmiş Millətlər Konfransı ilə qlobal bir hadisəyə çevrildi. Bu kontekstdə bəzi ölkələrdə ekoloji təhsil proqramları hazırlanmış və ətraf mühit , ekoloji maarifləndirmə ilə bağlı çoxsaylı tədqiqatlara başlanılmışdır. Bu tədqiqatlar mahiyyəti vurğulayır ki, təhsil təbii tarazlığının qorunması və vətəndaşlarda ekoloji şüurun təmin edilməsi üçün əsasdır. Ekoloji tərbiyə ailədə başlayan və məktəbdə davam edən tərbiyədir. Əgər ailə bu mövzuda adekvat təhsil verməmişdirsə, məktəbdə təhsilin əhəmiyyəti daha da artır. Bu səbəbdən məktəb sistemində verilən ekoloji təhsilin məzmunu, əhatə dairəsi və keyfiyyəti böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Canlılar hava, su, torpaq kimi cansız amillərlə və digər canlılarla birlikdə yaşayırlar.

Buna görə də canlıların həyati bağlarla əlaqəli olduğu, müxtəlif yollarla təsir edən və əks təsiri olan bir sahə vardır ki, bu sahə ətraf mühit adlanır. Başqa bir baxımdan, ətraf mühit fərdin və cəmiyyətin fiziki, bioloji, sosial-psixoloji, sosial, iqtisadi və mədəni həyatına təsir edən bütün amillər kimi müəyyən edilə bilər. Ekoloji məlumatlılıq ətraf mühit haqqında məlumatın, ətraf mühitə münasibətin və ekoloji cəhətdən faydalı davranışların inkişafıdır. Bu tərifə görə, ekoloji şüurun yaradılmasının əsas məqamları təbiət və ekologiya haqqında biliklər, ekoloji problemləri və bu problemlərin həlli yollarını öyrənmək, ətraf mühitə müsbət münasibət və düşüncələri artırmaq, ətraf mühitin deqradasiyasına biganə qala bilməyən və bunun qarşısını almaq üçün lazımi davranışları nümayiş etdirən insanların sayını artırmaqdır.

NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

Cəmiyyətdə ekoloji şüurlu şəxslərin yetişdirilməsi yalnız kiçik yaşlardan başlayan səmərəli ekoloji maarifləndirmə ilə əldə edilə bilər. Ekoloji təhsil xüsusilə ibtidai məktəblərdə təbiətin və təbii sərvətlərin mühafizəsi üzrə təlimlə başlamışdır. Lakin zaman keçdikcə məlum oldu ki, ekoloji təhsil təbiətin və təbii sərvətlərin mühafizəsi təhsilindən fərqlidir. Torpaq, su və ya meşələr kimi təbii ehtiyatların inkişaf etdirilməsi və qorunması ilə yanaşı, biosfer, biomlar və ekosistemlər də daxil olmaqla bütün ətraf mühitin qorunması və yaxşılaşdırılmasının vacibliyi də vurğulanır. Ekologiya, ekoloji təhsil də ən vacib anlayışlardan birinə çevrilmişdir, çünki o, ekosistemlərin əlaqəli fəaliyyətini izah edir. Zaman keçdikcə ekoloji təhsil insanları ətraf mühit haqqında məlumatlandırmaq, eləcə də onları ətraf mühitin idarə edilməsi bacarıqlarına malik iştirakçılara və könüllülərə çevirmək məqsədi daşıyır. Ekoloji maarifləndirmə həm də dünyanın sonuna gətirib çıxaracağı düşünülən halların aradan qaldırılması üçün zəruri bir vasitə kimi nəzərdə tutulur. Bu təlimin əsas məqsədi ekoloji şüurlu şəxsiyyətlər yetişdirməkdir. Bu səbəbdən ekoloji təhsil digər təhsillərdən onunla fərqlənir ki, o, ekoloji bilikləri çatdırmaqla yanaşı, fərdlərin ətraf mühitə münasibətini inkişaf etdirməyə və bu münasibətləri davranışa çevirməyə kömək edir.

Ekoloji təhsil müxtəlif yanaşmalardan istifadə etməklə həyata keçirilə bilər. Birinci yanaşmaya görə, ekoloji təhsil ətraf mühit və canlıları, onların qarşılıqlı təsirlərini qavramaq və öyrənmək məqsədi daşıyır. İkincisi, ekoloji maarifləndirmə və şərh üçün ekoloji maarifləndirmə aparıla bilər. Burada əsas yanaşma öyrənənlərin müxtəlif bacarıqlar əldə etmələri və ekskursiyalar vasitəsilə öyrənmələridir. Ekoloji təhsilə son yanaşma ilk iki yanaşmanı özündə birləşdirən yanaşmadır və eyni zamanda şagirdlərdə öz davranışlarına görə məsuliyyət hissini inkişaf etdirməyə, ekoloji etikanı və cəsarətini təmin etməyə yönəlmişdir. Bu yanaşmalara uyğun olaraq

dünyanın müxtəlif ölkələrində ekoloji təhsilə verilən önəm də müxtəlifdir. Ədəbiyyatda ekoloji savadlılıq altı əsas komponentdə (ekoloji bilik, sosial-siyasi biliklər, ekoloji problemlərə dair biliklər, affektiv xüsusiyyətlər, ekoloji məsuliyyətlərin müəyyən edilməsi, zehni bacarıqlar və ətraf mühitə qarşı məsuliyyətli davranışlar) qırx alt ölçüdən ibarət olduğu ifadə edilir.

Ekoloji şüurun inkişaf etdirilməsi üçün tələblərdən biri də şagirdlərin ətraf mühitlə bağlı anlayışları kifayət qədər bilmələridir. Ekoloji təhsil məlumatlandırma, maarifləndirmə, uyğunlaşma, balanslaşdırma, inkişaf və qoruma kimi elementləri ehtiva edir və buna uyğun olaraq fərdi davranışlar yaratmağı hədəfləyir [8].



Ekoloji təhsilin xüsusiyyətləri

• Ekoloji təhsil davamlı bir prosesdir və həyat boyu davam etməlidir.

• Ekoloji təhsili müxtəlif elmi sahələri əhatə edir və multidissiplinardır.

• Ekoloji təhsil çoxfunksiyalı təhsil növüdür. Cəmiyyətdə, bütün təhsil ocaqlarında həyata keçirilməlidir.

• Ekoloji təhsil mövcud ekoloji problemlər və onların həlli yolları arasında konsensus yaratmaq məqsədi daşıyır. Məqsəd davamlı inkişafa nail olmaqdır.

• Ətraf mühiti onun texnoloji və sosial aspektləri də daxil olmaqla bütövlükdə nəzərdən keçirmək lazımdır.

• Yerli, milli və beynəlxalq əməkdaşlıq tələb olunur.

• Təhsil bütün yaş qruplarına verilməlidir

• Öyrənənlər ekoloji problemlərin əsl səbəblərini özləri tapmağa həvəsləndirilməlidir.

• Tənqidi düşünmə və problem həll etmə bacarıqları aktivləşdirilməlidir.

• Praktik fəaliyyətlər daxil edilməlidir.

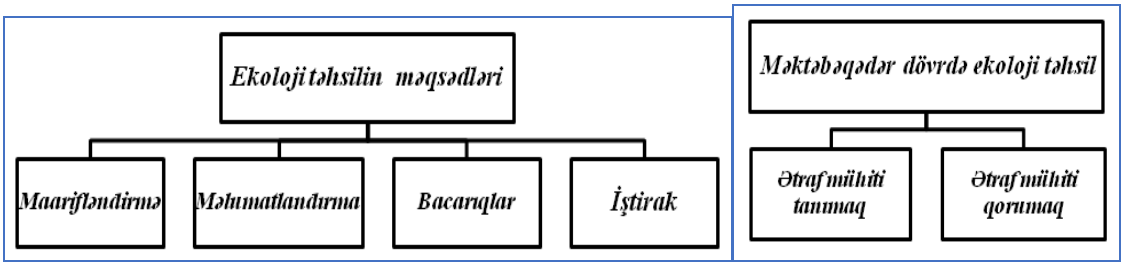
•Ekoloji təhsil öyrənənlərin koqnitiv, affektiv və psixomotor öyrənmə sahələrini əhatə edir.

• 1977-ci ildə UNESCO Tbilisi bəyannaməsinə uyğun olaraq ekoloji təhsilə dair konfrans təşkil etmişdir və qeyd edilmişdir:

• Ətraf mühitin mühafizəsi və yaxşılaşdırılması üçün onlara lazımi bilik, dəyərlər, münasibət, məsuliyyət və bacarıqlar əldə etmək imkanlarını təmin etmək;

• Cəmiyyətdə ətraf mühitə qarşı yeni davranış modeli yaratmaq.

Ekoloji təhsilin məqsədləri maarifləndirmə, məlumatlandırma,bacarıqlar və iştirak hesab olunur. Məktəbəqədər dövrdə ekoloji təhsil uşağın həyatının ilk illərində ətraf mühit haqqında öyrəndikləri iki yerə bölünür: ətraf mühiti tanımaq; ətraf mühiti qorumaq [7].



Təhsil səviyyələrinə görə ekoloji təhsil:

•ümumi təhsil müəssisələri üçün ekoloji təhsil: Bu fənn üzrə əsas seçmə kurslar aşağıdakılardır: • əsas ekoloji biliklər;

• ekoloji mühit;

• ətraf mühit və sağlamlıq;

• süni mühit; aqrosistemlər

• fəlakətlər;

• əhalinin miqrasiyası və sosial mühit.

Ali Təhsildə Ətraf Mühit üçün təhsil məqsədləri:

• Ekoloqlar və ətraf mühit mütəxəssisləri hazırlamaq məqsədi ilə ətraf mühit üçün təhsil təmin edilməlidir.

• Ətraf mühitin mühafizəsi üzrə elmi tədqiqat və texnologiyanın inkişafına töhfə vermək üçün ətraf mühit üçün təhsil təmin edilməlidir.

• Ekologiya üzrə fənn müəllimlərinin hazırlanması üçün ətraf mühit üçün təhsil təmin edilməlidir.

•Ekoloji problemləri tam təhlil etmək və əldə edilən təhlillər əsasında problemləri həlli yolları, istehsal etmək, canlı və cansız varlıqların təbiətdə harmoniya içində yaşamasını təmin etmək üçün ekologiyanı inkişaf etdirməli və təbiət elmlərdən xəbərdar olmalıdırlar.

Fərdlərin ekoloji şüuru, davranış dəyişiklikləri, insanlar, digər canlılar və ətraf mühitlə qarşılıqlı əlaqədir. Əlaqələri, yəni əsas ekoloji hadisələri dərk etməklə mümkündür.

Ekoloji təhsil mövzusu 1972-ci ildə Stokholmda keçirilən Birləşmiş Millətlər Təşkilatının İnsan Ətraf Mühit Konfransı ilə qlobal miqyas almış Bəyannaməsində deyilir ki, "Bəşəriyyət indiki və gələcək nəsillər üçün ətraf mühiti qorumalı və yaxşılaşdırmalıdır".

Ekoloji təhsil anlayışı bəzi ölkələrdə 1970-ci illərdə qəbul edilsə də, ilk dəfə 1972-ci ildə tətbiq edilmişdir. Stokholm konfransının tövsiyələrinə uyğun olaraq YUNESKO-nun Ətraf Mühit Departamenti 1975-ci ildə 136 üzvlə yaradılmışdır. Üzv dövlətlərin "Ehtiyaclar və Prioritetlər" üzrə Dövlət "Ekoloji Təhsil üçün Resursların Qiymətləndirilməsi" sorğusu tətbiq edilmiş və bu sorğunun nəticələri hazırlanacaq ekoloji maarifləndirmə proqramlarının əsasını təşkil etmişdir.

UNESCO və UNEP ilə birgə Moskvada "Beynəlxalq Ekoloji Təhsil və Təlim" keçirilib. Konqres həmçinin müəllim təhsilinin əsas elementi ekoloji təhsil olduğu qənaətinə gəlib. İxtisaslı və davamlı ekoloji təhsili təmin etməyin ən yaxşı yolu müəllim təhsilində ekoloji təhsil ölçüsünü vurğulamaqdır.

Ekoloji təhsil- cəmiyyətin bütün təbəqələrində ekoloji şüurun inkişaf etdirilməsi, ətraf mühitə həssas fərdlərin yetişdirilməsi və bu fərdlərdə daimi davranışların formalaşmasının təmin edilməsi, təbii, tarixi və mədəni dəyərlərin qorunması, ekoloji fəaliyyətdə fəal iştirakın təmin edilməsi, ekoloji problemlərin həllində iştirak kimi müəyyən edilir [7, s.101].

Azərbaycan Respublikasının 1995-ci il Konstitusiyasının 78-cı maddəsində deyilir ki, "Ətraf mühitin qorunması hər bir şəxsin borcudur."

Təhsil haqqında" Azərbaycan Respublikasının Qanunu(2009), 33-cü maddənin 33.3.4. bəndində təhsilverənlərin şəxsi nümunəsi ilə təhsilalanlarda Azərbaycan Respublikasının müstəqilliyinə, Konstitusiyasına və qanunlarına, dövlət rəmzlərinə, Azərbaycan xalqının tarixinə, mədəniyyətinə, dilinə, adət və ənənələrinə, milli və ümumbəşəri dəyərlərə, cəmiyyətə, ətraf mühitə hörmət və qayğı hissləri aşılamaqdır [2, Maddə 33].

Azərbaycan Respublikasının ümumi təhsil müəssisələri üçün "Biologiya"fənni üzrə təhsil

proqramında(kurikulum) üçüncü məzmun xətti "Canlılar və ətraf mühit " dir. Canlılar və ətraf mühit məzmun xətti üzrə şagirdlər biotik və abiotik komponentləri özündə cəmləşdirən ətraf mühit anlayışı, canlıların bir-biri ilə və cansız mühitlə qarşılıqlı münasibətləri, ekoloji amillər və bu amillərin qarşılıqlı təsirləri haqqında bilik və bacarıqlara yiyələnirlər. Bu məzmun xətti ekosistem konsepsiyasının dərk olunması və ətraf mühitə insanın təsirinin öyrənilməsinə, həmçinin milli, regional və qlobal ekoloji problemləri canlılar aləminin müxtəlifliyinin qorunması ilə əlaqələndirilməsinə və təhlilinə imkan verir [3].

Hazırda ekoloji təhsilin metodologiyası intensiv inkişaf etməkdə davam edir: proqramlar yaradılır, metodlar təkmilləşdirilir, insanların təbii və sosial şəraitini nəzərə alaraq uşaqlarla işin məzmunu və formalarına regional yanaşmalar hazırlanır. İbtidai məktəb yaşlı uşaqların ekoloji tərbiyəsi məktəbdə təhsil prosesinin mühüm tərkib hissəsidir. Ekoloji təhsil həm sinifdə, həm də məktəbdənkənar fəaliyyətlərdə, o cümlədən müxtəlif fənlər riyaziyyat, coğrafiya, kimya, fizika, həyat bilgisi, təsviri incəsənət, xarici dillər və ədəbi oxu, texnologiya vasitəsilə həyata keçirilir [8].

Hər kəsin sağlam və tarazlaşdırılmış ətraf mühitdə yaşamaq hüququ vardır. Ətraf mühitin vəziyyətini yaxşılaşdırmaq, ətraf mühitin sağlamlığını qorumaq və ətraf mühitin çirklənməsinin qarşısını almaq dövlətin və vətəndaşların borcudur. Ekoloji şüurun intellektual, emosional və davranış ölçüləri var. Ekoloji maarifləndirmə ətraf mühitlə bağlı qərarları, prinsipləri və şərhləri ehtiva edən düşüncələrdən, bu düşüncələrin həyata ötürülməsi olan davranışlardan və bütün bunlarla bağlı müxtəlif duyğulardan ibarətdir. Belə hərtərəfli konsepsiyanın hazırlanması, şübhəsiz ki, sadə proses deyil. İnsanın ətraf mühitlə təmasda olması ilə sürətlənən bu proses bütün həyatı boyu davam edir. Ətraf mühit şüuru şəxsiyyətin inkişafı ilə paralel olaraq müxtəlif amillərin qarşılıqlı təsiri nəticəsində inkişaf edir və ona təsir göstərir. Bu üç ölçünün həmişə eyni sürətlə inkişaf etdiyini söyləmək olmaz. Məsələn, ətraf mühit haqqında məlumatı olan, lakin bunu davranışına çevirə bilməyən insanlar var, ətraf mühitin çirklənməsindən narahat olan, lakin onu qorumaq üçün davranış nümayiş etdirməyənlər də ola bilər. Bütün fərdlərin hüquq və vəzifələri baxımından böyük əhəmiyyət kəsb edən ekoloji şüur və həssaslıq inkişaf etdirilməlidir.

Ekoloji təhsilə ciddi yanaşaraq onu həyata keçirməklə, cəmiyyətin bütün təbəqələrinin görüləcək işlərə töhfə verməsini təmin etməklə ekoloji təhsildə irəliləyiş əldə etmək olar. Milli ekoloji maarifləndirmə və ekoloji maarifləndirmə proqramları ilə həyata keçirilməlidir. Cəmiyyətin bütün təbəqələri üçün ayrıca araşdırmalar aparılmalıdır. Ekoloji maarifləndirmə hər bir yaş qrupu üçün ayrıca və effektiv şəkildə hazırlanmış ekoloji maarifləndirmə ilə təmin edilə bilər [6, 10].

Ekoloji təhsilin istənilən səviyyədə yaradılması üçün tətbiq edilməli olan əsas meyarlar qəbul edilməlidir. Yalnız məktəblərdə ekoloji maarifləndirmə yolu ilə ekoloji maarifləndirmə və ətraf mühitin mühafizəsi yaratmaq mümkün deyil. Cəmiyyətin bütün təbəqələri üçün aparılan bu araşdırma ilə illər ərzində ekoloji təhsil vermək mümkün ola bilər. Gələcək nəsillərin təhsili məktəblərdə verilən ekoloji maarifləndirmə ilə təmin edilə bilər. Bununla belə, ümumi ekoloji maarifləndirmə ilə cəmiyyətin bütün fərdlərinin ekoloji şüurunun təkmilləşdirilməsinə ehtiyac var.

Ədəbiyyat

1. Azərbaycan Respublikasının Konstitusiyası Bakı-1995
2.“Təhsil haqqında” Azərbaycan Respublikasının Qanunu Bakı –2009
3.Azərbaycan Respublikasının ümumi təhsil müəssisələri üçün "Biologiya"fənni üzrə təhsil

proqramı (kurikulum)(VII-XI siniflər) Bakı –2023, s.57
4. İbrahimova X.Q. Biologiyanın tədrisi metodikası(Ümumtəhsil məktəbləri üçün biologiya fənni üzrə proqramın -kurukulumun tətbiqi) - Bakı: ADPU-nun nəşriyyatı-2023, s. 319
5.Məmmədov Q.Ş., Xəlilov M.Y. "Ekologiya, ətraf mühit və insan" Bakı, 2006, s. 411
6.Sultanov R., Sadıqova N., Ataşova Ü.. Ümumi ekologiya. dərslik. Bakı-2010, s. 384
7.Tanrıverdi, Belgin. "Sürdürüle bilir Çevre Eğitimi Açısından İlköğretim Programlarının Değerlendirilmesi", Eğitim ve Bilim Dergisi cilt 34, sayı 151, s.90-102, Ankara, 2009.
8.Ünal, Sevil-Mançuhan, Ebru-Alpsayar, Ahmet. Çevre Bilinci, Bilgisi ve Eğitimi. Marmara Üniversitesi Yayını. İstanbul, 2001, s.229
9. Розенберг А.Г., Кудинова Г.Э. Обзор моделей экологического образования // Балтийский гуманитарный журнал. 2016. Т. 5. № 3 (16). С. 176-180.
10. Abbasov V.M., Qurbanov S.H., Əskərov V.E., Yusibov Y.Ə., Hacıyeva S.R., Əzizov R.E., Qasımov E.E., Əmirli F.Ə., Məmmədxanova S.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Ü.V., Məmmədli E.M. Qlobal ekoloji problemlər: səbəblər, həlli yolları, "yaşıl" enerji. Bakı: "Elm", 2024, - 606 s.

ASPECTS OF FORMATION OF ECOLOGICAL KNOWLEDGE IN EDUCATION

Ibrahimova Khoshgadam
Department of Biology and its Teaching Technology, Azerbaijan State Pedagogical University
Associate Professor , http://orcid.org/0000-0002-5987-3346 ,xosqedem.ibrahimova59@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of environmental education is to form environmental culture as an important component of the general culture of the individual, as well as the individual's awareness of his/her role in society in preserving and enhancing the riches of our nature. Environmental education and upbringing are important in the formation of environmental consciousness, environmental culture, as well as the worldview of a person. The solution of these problems actualizes the need to use the potential of environmental education of the younger generations.

The historical development of mankind is inextricably linked with the history of the environment. At the present stage, human interaction with the environment has become a global environmental problem. Environmental education is a new priority of the state policy and a means of people's adaptation to the rapidly changing environment. Modern society needs citizens who possess not only a system of ecological knowledge, but also practical skills and abilities in the field of environmental protection, the ability to give ecological forecasts of the results of human economic activity. In addition, the young generation should have a sense of care and responsibility for the environment.

Keywords: ecological environment, ecological consciousness, ecological education, ecological awareness, ecological culture, ecological problem.

АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ В ОБРАЗОВАНИИ

Ибрагимова Хошгядям
Кафедра биологии и методики её преподавания, Азербайджанский государственный педагогический университет
Доцент, http://orcid.org/0000-0002-5987-3346 ,xosqedem.ibrahimova59@gmail.com

АННОТАЦИЯ

Целью экологического образования является формирование экологической культуры как важной составляющей общей культуры личности, а также осознание личностью своей роли в обществе в сохранении и приумножении богатств нашей природы. Экологическое образование и воспитание имеют важное значение в формировании экологического сознания, экологической культуры, а также мировоззрения человека. Решение этих проблем актуализирует необходимость использования потенциала экологического образования подрастающих поколений.

Историческое развитие человечества неразрывно связано с историей окружающей среды. На современном этапе взаимодействие человека с окружающей средой стало глобальной экологической проблемой. Экологическое образование-это новый приоритет государственной политики и средство адаптации людей к быстро меняющейся окружающей среде. Современное общество нуждается в гражданах, обладающих не только системой экологических знаний, но и практическими навыками и умениями в области охраны окружающей среды, способностью давать экологические прогнозы результатов хозяйственной деятельности человека. Кроме того, молодое поколение должно иметь чувство заботы и ответственности за окружающую среду.

Ключевые слова: экологическая среда, экологическое сознание, экологическое образование, экологическое сознание, экологическая культура, экологическая проблема.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1028

INVESTİGATİON OF WASTEWATER GENERATED İN FOOD ESTABLİSHMENTS İN ESTONİA

Laman Mammazadeh

University of Tartu, Tallin, Estoniya
Lamanmammadzadeh1@gmail.com

Abstract

In Estonia, modern technologies and environmental requirements are applied for the proper treatment and processing of wastewater. Because this wastewater can otherwise cause groundwater pollution and damage the ecosystem. In Estonia, serious measures are being taken by the state and private sector to solve these problems.

In Estonia, food wastewater treatment is carried out in an environmentally friendly and efficient manner. Wastewater generated in the food industry mainly consists of organic substances, fats, sugar-containing substances and chemicals, therefore special methods are required for their treatment and processing. In Estonia, the treatment of this wastewater goes through several stages and has a minimal impact on the environment.

Key words: *food, wastewater, benefit, effect, harm, product, enviroment* .

Introduction

General treatment methods for food industry wastewater:

1.Mechanical Treatment:

First, wastewater is cleaned of large particles (food debris, objects, etc.). This process is carried out by filtering or settling the wastewater in the initial stage. Mechanical treatment reduces the volume of wastewater and prepares it for subsequent treatment processes.

2. Chemical Treatment:

Chemical substances in wastewater, including toxic substances, oils and other organic components, are removed by chemical processes. In this stage, methods such as pH adjustment, flocculation and coagulation are used. Chemical treatment processes help to remove toxic substances and oils from the water.

3. Biological Treatment:

In the food industry, wastewater contains a lot of organic substances and nutrients such as nitrogen and phosphorus. These substances are cleaned by microorganisms. In Estonia, most food wastewater undergoes biological treatment processes. In this process, microorganisms break down organic substances in the water and clean water is produced. Biological treatment is usually carried out using aeration (air supply) and anaerobic (oxygen-free) processes.

4. Biogas Production and Reuse of Waste:

Some food processing plants apply anaerobic digestion processes to convert organic matter generated during wastewater treatment into biogas. This method both treats waste and produces energy. The biogas produced can be used to provide energy for the plant, which is an environmentally friendly approach.

5. Water Reuse:

Water reuse is also very important in the food industry in Estonia. The treated water after wastewater treatment can then be used in other production processes. This helps to protect water resources and makes the food industry more sustainable.

6. Waste Removal and Disposal:

Solid waste (sludge) generated after biological and chemical processes is stored in special facilities and disposed of. This waste can be used as natural fertilizer or disposed of in accordance with relevant regulations. [2].

Metods

Additional Monitoring and Control in Estonia:

Estonia has strict environmental laws and regulations on wastewater treatment. Every food producer must comply with certain standards for wastewater treatment and discharge into the environment. This is done in accordance with local environmental regulations and European Union regulations.

Developments in this area in Estonia aim to minimize the environmental impact of food industry enterprises, to use water resources efficiently and to ensure the recycling of food wastewater.

In Estonia, data on food wastewater tables are not generally publicly available, as this data is often tied to specific enterprises and their wastewater treatment processes. However, I can provide general information and some general tables related to wastewater treatment. I can provide information on the current regulations on food wastewater treatment in the Estonian industrial sector and how the treatment processes are organized as follows.

1. Food Industry Wastewater Production

This table presents approximate data representing wastewater production from some food production sectors in Estonia:

№	Food Production Sector	**Wastewater Production (liters/product)	Explanation
1	Milk and Dairy Products	10-20 liters / 1 kg milk	Dairy processing and dairy production are high water users.
2	Meat Processing (Cheese, Sausage, etc.)	50-100 liters / 1 kg product	Meat processing consumes a lot of water and generates a lot of organic matter.
3	Alcoholic Beverage Production (Beer, Wine, and Vodka)	3-10 liters / 1 liter beverage	Alcoholic beverage production uses a lot of water.
4	Fruit and Vegetable Processing	5-15 liters / 1 kg product	Wastewater is generated during the washing and processing of fruits and vegetables.
5	Sugar Production	20-30 liters / 1 ton sugar beet	Large amounts of water are used in sugar production.

2. Food Waste The waters Cleaning Processes

The following in the table food waste of the waters cleaning for use done technologies and their effectiveness given:

Cleaning Method	Impact	Additional Notes
Mechanical Cleaning	Food remains , large particles and pollutants removed removal	the first stage waste of the waters big from particles cleaning .
Chemical Cleaning	Oils , sugar containing ingredients and chemical pollutants cleaning	Water chemical from substances cleaning for flocculation and coagulation application is done .
Biology Cleaning	Organic substances and nitrogen-phosphorus containing substances decomposition	Microorganisms through natural in the way cleaning process .
Anaerobic Cleaning	Biogas production , organic complete purification of substances	Waste of the waters biogas transformation and energy production .
Aerobics Cleaning	Organic substances aerobic with microorganisms decomposition	Oxygenated in the environment cleaning process .

3. Waste The waters Removal and Neutralization

Waste water processing process at the end arising sediments neutralization with closed approximate table:

Sediment Type	Removal Method	Neutralization
Organic ingredients	Anaerobic decomposition, composting	To nature returning biological fragmentation
Chemical ingredients	Filtration, chemical cleaning	Chemical substances extraction, processing made waste neutralization
Oils and Remains	Oil collector systems, precipitation	Oils again use, household waste like neutralization

4. Water Repeat Usage

The following in the table again for use suitable which of water processing stages shown:

Processing Stage	Usage Area	Explanation
Chemical and Mechanical Cleaning	Whole in quantity of water initial cleaning	High in quantity organic from substances cleaning.
Biology Cleaning	Low level food waste waters	Food industry to the processes again use for clean water obtained is done.
Filtration and Ultrafiltration	High good quality of water obtained making	Water again for use suitable still is brought.

These tables In Estonia food waste of the waters processing with related general approximate information This information shows that food in the industry waste of the waters management of being done how out held and this in processes use done methods general your view provide In Estonia , food industry waste processing , modern with technologies out is being held and this is ecological in terms of durable management principles based on.

Result

In Estonia, food waste water treatment is an important issue in terms of environmental protection and efficient use of water resources. Estonia applies modern technologies and

innovative approaches to the food waste water treatment process. This process mainly uses biological, chemical and physical treatment methods.
In Estonia, there is strong cooperation between the public and private sectors for wastewater treatment. Waste water produced by the food industry is treated and made suitable for reuse without harming aquatic ecosystems. Such treatment measures contribute to both environmental protection and the sustainable use of water resources by local communities.

One of the most modern technologies applied by Estonia in relation to food waste water treatment is biological filtration and separation of organic substances. These methods, in addition to improving water quality, allow obtaining safe water for reuse.
In general, Estonia has advanced practices in food waste water treatment and focuses on the protection of clean water resources with sustainable environmental policies.

References

1. Estonian University of Life Sciences (2018). The generation of Food waste and food loss in Estonia's agriculture and fisheries. Project report.
2. Moora, H., Piirsalu, E., Viilvere, T. (2015a). The generation of food waste in Estonia's retail sector and food industry. (In Estonian). SEI Tallinn.
3. Moora, H., Urbel-Piirsalu, E., Õunapuu, K. (2015b). The generation of food waste and food loss in Estonia's households and catering institutions. (In Estonian). SEI Tallinn

Estoniyada qida müəssisələrində yaranan çirkab sularının tədqiqi

Ləman Məmmədzadə
Tartu Universiteti, Tallin, Estoniya
lamanmammadzadeh1@gmail.com

XÜLASƏ

Estoniyada çirkab sularının düzgün təmizlənməsi və emalı üçün müasir texnologiyalar və ekoloji tələblər tətbiq olunur. Əks halda, bu tip çirkab suları yeraltı su hövzələrinin çirklənməsinə və ekosistemin zərər görməsinə səbəb ola bilər. Bu problemlərin həlli istiqamətində Estoniyada dövlət və özəl sektor tərəfindən ciddi tədbirlər görülür.
Qida sənayesində yaranan çirkab suların təmizlənməsi Estoniyada ekoloji cəhətdən təhlükəsiz və səmərəli üsullarla həyata keçirilir. Qida sənayesində yaranan çirkab sular əsasən üzvi maddələrdən, yağlardan, şəkər tərkibli maddələrdən və kimyəvi birləşmələrdən ibarət olduğu üçün onların təmizlənməsi və emalı xüsusi metodların tətbiqini tələb edir. Estoniyada bu tip çirkab sularının təmizlənməsi bir neçə mərhələdən ibarət olur və ətraf mühitə minimal təsirlə həyata keçirilir.

Açar sözlər: *qida, çirkab su, fayda, təsir, zərər, məhsul, ətraf mühit*

Исследование сточных вод, образующихся на предприятиях общественного питания в Эстонии

Ламан Мамедзаде

Тартуский университет, Таллинн, Эстония
lamanmammadzadeh1@gmail.com

РЕЗЮМЕ

В Эстонии применяются современные технологии и экологические требования для надлежащей очистки и переработки сточных вод. Потому что в противном случае эти сточные воды могут вызвать загрязнение грунтовых вод и нанести ущерб экосистеме. В Эстонии государство и частный сектор принимают серьезные меры для решения этих проблем.

В Эстонии очистка пищевых сточных вод осуществляется экологически безопасным и эффективным способом. Сточные воды, образующиеся в пищевой промышленности, в основном состоят из органических веществ, жиров, сахаросодержащих веществ и химикатов, поэтому для их очистки и переработки требуются специальные методы. В Эстонии очистка этих сточных вод проходит в несколько этапов и оказывает минимальное воздействие на окружающую среду.

Ключевые слова: *продукты питания, сточные воды, польза, эффект, вред, продукт, окружающая среда.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1033

ELEKTROENSEFALOQRAFİYA SİQNALLARINDAN İSTİFADƏ ETMƏKLƏ PSİXİ POZĞUNLUQLARIN AŞKARLANMASI METODLARI

Amalya Həsənova[1], Abdulla Səlimov[2]
[1,2] Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
[1,2] "Cihaz mühəndisliyi" kafedrası
[1] dosent, biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, amali.hesenova@gmail.com
[2] magistr, abdullaselimov02@gmail.com

Xülasə
Elektroensefaloqrafiya (EEQ) beyin fəaliyyətini zərərsiz şəkildə ölçən və nevroloji, psixiatrik tədqiqatlarda geniş istifadə olunan mühüm bir diaqnostik vasitədir. Son illərdə EEQ siqnallarının analizi psixi pozğunluqların aşkarlanması və diaqnostikası sahəsində inqilabi dəyişikliklərə səbəb olmuşdur. Müxtəlif psixi pozğunluqlar beynin elektrik aktivliyində spesifik dəyişikliklər yaradır və bu dəyişikliklərin EEQ vasitəsilə qeydə alınması mümkündür. Klassik psixiatrik diaqnoz metodları əsasən subyektiv klinik müşahidələrə və psixoloji testlərə əsaslanır. Bu isə bəzən qeyri-dəqiq və gecikmiş diaqnoza səbəb ola bilər. EEQ analizi isə beyin dalğalarının obyektiv şəkildə qiymətləndirilməsi üçün istifadə olunan bir üsuldur və psixi pozğunluqların erkən mərhələdə aşkarlanmasına imkan yaradır.
EEQ dalğaları fərqli tezlik diapazonlarına malikdir və psixi pozğunluqların müxtəlif tiplərində bu dalğaların fəaliyyətində dəyişikliklər baş verir. Məsələn, depressiya xəstələrində alın payının frontal hissəsində alfa dalğalarının asimmetriyası müşahidə edilir, bu isə xəstənin emosional vəziyyətində və idrak fəaliyyətində dəyişikliklərin olduğunu göstərir. Şizofreniya xəstələrində isə theta dalğalarının anormal artımı və gamma aktivliyinin azalması diqqət çəkir. Bipolyar pozuntu zamanı manik epizodlar zamanı beta dalğalarının yüksək olması, depressiv fazalarda isə alfa dalğalarının azalması müşahidə edilir. Diqqət çatışmazlığı və hiperaktivlik sindromunda (DÇHS) theta/beta nisbətinin yüksəlməsi əsas neyrofizioloji göstəricilərdən biri kimi qəbul edilir.
EEQ siqnallarının təhlili üçün müxtəlif siqnal emalı üsulları tətbiq olunur. Bu metodlar siqnalların müxtəlif komponentlərə ayrılmasını və onların spesifik xüsusiyyətlərinin aşkarlanmasını təmin edir. Fourier transformasiyası və dalğacıq transformasiyası kimi üsullar vasitəsilə beyin dalğalarının tezlik və zaman bölgüsü üzrə analizi aparılır. Spektral güc analizi isə siqnalın müxtəlif diapazonlarda gücünü ölçərək müəyyən patologiyaların izlərini aşkar etməyə kömək edir. Bu metodlar sayəsində psixi pozğunluqların neyrofizioloji biomarkerləri müəyyən edilir və obyektiv diaqnostik vasitə kimi istifadə olunur.
Son illərdə süni intellekt və maşın öyrənmə metodlarının tətbiqi EEQ analizinin dəqiqliyini artırmışdır. Süni neyron şəbəkələri, dərin öyrənmə və dəstək vektor maşınları (SVM) kimi alqoritmlər vasitəsilə EEQ siqnallarının avtomatik emalı və sinifləndirilməsi mümkün olmuşdur. Bu texnologiyalar psixi pozğunluqların aşkarlanmasını daha sürətli, dəqiq və obyektiv şəkildə həyata keçirməyə imkan yaradır. Məsələn, şizofreniya və depressiyanın avtomatik aşkarlanması üçün yaradılan neyron şəbəkələri xəstə və sağlam fərdlər arasındakı fərqləri yüksək dəqiqliklə müəyyən edə bilir.
EEQ əsaslı diaqnostika metodlarının tətbiqi psixi sağlamlıq sahəsində mühüm üstünlüklər təqdim edir. Birincisi, bu metod subyektiv diaqnostik yanaşmalardan fərqli olaraq obyektiv məlumatlar

əsasında analiz aparmağa imkan verir. İkincisi, EEQ vasitəsilə xəstəliklərin erkən mərhələdə aşkarlanması mümkün olur, bu da müalicənin effektivliyini artırır. Üçüncüsü, süni intellekt və maşın öyrənmə texnologiyalarının inteqrasiyası nəticəsində psixi pozğunluqların avtomatik diaqnostikası və monitorinqi həyata keçirilə bilər ki, bu da klinik praktikada həkimlərin işini asanlaşdırır və xəstələrin daha tez dəqiq diaqnoz almasını təmin edir.
Gələcək perspektivlər baxımından EEQ əsaslı psixi sağlamlıq diaqnostikası sahəsində bir sıra yeni texnologiyaların tətbiqi gözlənilir. Süni intellektin daha da inkişaf etdirilməsi və biotibbi sensor texnologiyalarının təkmilləşdirilməsi nəticəsində real vaxt rejimində psixi sağlamlıq vəziyyətinin monitorinqi mümkün olacaqdır. Bununla yanaşı, fərdiləşdirilmiş psixi sağlamlıq diaqnostikası və müalicə metodlarının inkişaf etdirilməsi istiqamətində aparılan tədqiqatlar EEQ analizinin daha geniş tətbiq sahələrinə yol açır.
Ümumilikdə, EEQ siqnallarının analizi psixi pozğunluqların obyektiv diaqnostikasında mühüm yer tutur və müasir texnologiyaların tətbiqi bu sahədə yeni imkanlar yaradır. Bütün bu tədqiqatlar və innovativ metodlar sayəsində EEQ əsaslı psixi sağlamlıq diaqnostikası yaxın gələcəkdə daha geniş yayılacaq və psixiatriyada yeni bir dövrün başlanğıcı olacaqdır.

Açar sözlər: *Psixi pozğunluqlar, diaqnoz, siqnalın işlənməsi, EEQ, beyin fəaliyyəti, sinir mexanizmləri, əlaqə təhlili, fərdi müalicə.*

Giriş

Psixi sağlamlıq insanın ümumi rifahına və cəmiyyətə uyğunlaşma qabiliyyətinə birbaşa təsir edən ən vacib amillərdən biridir. Müasir dövrdə psixi pozğunluqların geniş yayılması bu sahənin aktuallığını artırır və daha effektiv diaqnostika, müalicə və nəzarət üsullarının işlənib hazırlanmasını zəruri edir. Dünya Səhiyyə Təşkilatının (DST) son statistikasına əsasən, dünya əhalisinin təxminən 20%-i ömrünün müəyyən dövründə psixi sağlamlıq problemləri ilə üzləşir. Depressiya, bipolyar pozuntu, şizofreniya, posttravmatik stress sindromu (PTSS), obsesiv-kompulsiv pozuntu (OKP), diqqət çatışmazlığı-hiperaktivlik sindromu (DÇHS) və digər psixi xəstəliklər təkcə fərdi səviyyədə deyil, həm də cəmiyyət və iqtisadiyyat üçün ciddi problemlər yaradır.

Ənənəvi olaraq, psixi pozğunluqların diaqnostikası klinik müşahidələrə, psixoloji testlərə və xəstənin öz subyektiv təsvirlərinə əsaslanır. Bu metodlar tibbdə uzun müddət istifadə edilsə də, onların dəqiqliyi və obyektivliyi ilə bağlı bir sıra problemlər mövcuddur. İlk növbədə, subyektiv simptomlara əsaslanan diaqnoz xəstə və ya həkimin yanlış qiymətləndirməsi səbəbindən qeyri-dəqiq ola bilər. İkinci problem isə psixi pozğunluqların simptomlarının digər xəstəliklərlə qarışmasıdır. Məsələn, depressiya və bəzi nevroloji pozğunluqlar oxşar simptomlarla müşayiət oluna bilər ki, bu da diaqnostik səhvlərə gətirib çıxara bilər. Bundan əlavə, bəzi xəstələr psixi vəziyyətləri barədə tam və dürüst məlumat verə bilmirlər və ya verdikləri məlumatlar qeyri-dəqiq olur. Bu səbəbdən, obyektiv və etibarlı diaqnostika üsullarına ehtiyac duyulur.

Bu ehtiyacı qarşılamaq üçün son illərdə neyrofizioloji və biotibbi texnologiyaların tətbiqi psixi pozğunluqların diaqnostikasına yeni yanaşmalar gətirmişdir. Bu texnologiyalar arasında elektroensefaloqrafiya (EEQ) mühüm yer tutur. EEQ insan beyninin elektrik aktivliyini qeyri-invaziv şəkildə ölçməyə imkan verən metodlardan biridir və psixi pozğunluqların neyrofizioloji əsaslarını araşdırmağa şərait yaradır. Beyin neyronlarının fəaliyyəti zəif bioelektrik impulsları yaradır və bu impulslar baş dərisinin səthinə yerləşdirilmiş elektrodlar vasitəsilə qeydə alınır. EEQ texnologiyası vasitəsilə müxtəlif psixi pozğunluqlar zamanı beyində baş verən spesifik

dəyişikliklər aşkar edilə bilər.

EEQ metodu əvvəllər əsasən epilepsiya və digər nevroloji xəstəliklərin diaqnostikası üçün istifadə edilirdi. Lakin son illərdə aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, EEQ məlumatları psixi pozğunluqların da diaqnostikası üçün effektiv ola bilər. Psixi pozğunluqlara malik insanların beyin dalğalarının müəyyən tezliklərində dəyişikliklər müşahidə olunur ki, bu da onların diaqnostikasında mühüm biomarker kimi çıxış edə bilər.

Məsələn, depressiya xəstələrində alının frontal hissəsində alfa dalğalarının asimmetrik paylanması müşahidə edilir. Şizofreniya xəstələrində isə gamma dalğalarının aktivliyinin azalması və theta dalğalarının güclənməsi baş verir. Bipolyar pozuntu zamanı fərqli emosional fazalar arasında beyin dalğalarının dəyişməsi nəzərə çarpır. Diqqət çatışmazlığı-hiperaktivlik sindromu (DÇHS) olan insanlarda isə theta/beta nisbətinin qeyri-adi şəkildə yüksəlməsi müşahidə edilir. Bütün bu neyrofizioloji dəyişikliklər EEQ texnologiyası vasitəsilə qeydə alına və analiz edilə bilər.

EEQ-nin psixi pozğunluqların aşkarlanması və diaqnostikası sahəsində istifadəsi üçün bir neçə yanaşma mövcuddur. Ənənəvi olaraq, siqnal emalı metodları Fourier transformasiyası, dalğa transformasiyası və spektral analiz kimi üsulları əhatə edir. Bu metodlar vasitəsilə beyinin müxtəlif tezlik diapazonlarında fəaliyyətini ölçmək və spesifik dəyişiklikləri müəyyən etmək mümkündür. Bundan əlavə, süni intellekt və maşın öyrənmə metodlarının tətbiqi sayəsində EEQ məlumatlarının daha effektiv şəkildə analiz edilməsi mümkün olmuşdur.

Xüsusilə süni neyron şəbəkələri və dərin öyrənmə texnologiyaları vasitəsilə müxtəlif psixi pozğunluqları avtomatik siniflendirmək və obyektiv diaqnostik göstəricilər əldə etmək mümkündür. Süni intellekt əsaslı analizlər EEQ siqnallarının böyük həcmdə məlumatını emal edə və fərqli psixi pozğunluqlar arasında incə fərqləri müəyyən edə bilər. Belə texnologiyalar həkimlərin daha dəqiq diaqnoz qoymasına və müalicənin fərdiləşdirməsinə kömək edir.

EEQ əsaslı diaqnostikanın klinik praktikada tətbiqi bir sıra mühüm üstünlüklər təqdim edir. İlk növbədə, bu metod tamamilə qeyri-invazivdir, yəni xəstəyə heç bir fiziki müdaxilə tələb olunmur. İkinci üstünlük ondan ibarətdir ki, EEQ ölçmələri real vaxt rejimində aparılır və nəticələr dərhal analiz edilə bilər. Bu isə həkimlərə xəstənin beyin fəaliyyəti haqqında operativ və obyektiv məlumatlar əldə etməyə imkan yaradır. Üçüncü əsas üstünlük isə EEQ-nin psixi pozğunluqların erkən mərhələdə aşkarlanmasına şərait yaratmasıdır.

EEQ-nin istifadəsi yalnız diaqnostika ilə məhdudlaşmır, eyni zamanda müalicə prosesinin effektivliyinin qiymətləndirilməsinə də imkan verir. Müxtəlif psixoterapevtik və farmakoloji müalicələrin beyin fəaliyyətinə təsiri EEQ vasitəsilə izlənilə bilər. Məsələn, depressiya əleyhinə dərmanların və ya psixoterapiyanın xəstənin beyin dalğalarında hansı dəyişikliklər yaratdığını izləmək mümkündür. Bu yanaşma fərdiləşdirilmiş müalicə metodlarının inkişafına töhfə verir və xəstəyə ən uyğun müalicə proqramının seçilməsinə kömək edir.

Gələcək perspektivlər baxımından EEQ əsaslı psixi sağlamlıq diaqnostikasının daha geniş yayılması gözlənilir. Süni intellektin daha da inkişaf etdirilməsi və neyrobiotibbi texnologiyaların təkmilləşdirilməsi nəticəsində beyin siqnallarının daha dəqiq və hərtərəfli analizi mümkün olacaqdır. Xüsusilə real vaxt rejimində işləyən ağıllı sistemlər vasitəsilə psixi pozğunluqların diaqnostikası və monitorinqi daha əlçatan və effektiv olacaqdır.

EEQ-nin psixi pozğunluqların aşkarlanması sahəsində tətbiqi, onun əsas üstünlükləri və perspektivləri geniş şəkildə araşdırılacaqdır. Məqalənin məqsədi EEQ texnologiyalarının psixi sağlamlıq sahəsində istifadəsini daha dərindən dəyərləndirmək, psixi pozğunluqların diaqnostikasında obyektiv yanaşmaların inkişafına töhfə vermək və bu sahədə gələcək tədqiqat

istiqamətlərini müəyyən etməkdir.

ƏDƏBİYYAT

1. 2012 – Brain Oscillations in Neuropsychiatric Disease – E.Başar. pg: 299-319.
2. J.James, C. Demanuele - Distinguishing between neural responses to task-positive and task-negative conditions in ADHD using single-trial event-related potentials. – 2012.
3. G.Sanacora, H.Krystal – Neuroimaging, Neurophysiological Biomarkers for Mood Disorders – 2013. pg: 215-222.
4. A. Chambers - Signal EEG Processing – 2017
5. Principles and Practice: Brain-Computer Interfaces – Wolpaw Jonathan, 2012
6. С. Кузьмин - Анализ методов исследования мозга человека в расширенном диапазоне частот – 2017, С: 42

МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ПСИХИЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ ПО СИГНАЛАМ ЭЛЕКТРОЭНЦФАЛОГРАФИИ.

Амалия Гасанова1, Абдулла Салимов2

1,2Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности,
1,2 Кафедра “Приборостроение”,
1Доцент, кандидат биологических наук, amali.hesenova@gmail.com
2 Магистрант, abdullaselimov02@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Электроэнцефалография (ЭЭГ) — важный диагностический инструмент, который неинвазивно измеряет активность мозга и широко используется в неврологических и психиатрических исследованиях. В последние годы анализ сигналов ЭЭГ привел к революционным изменениям в выявлении и диагностике психических расстройств. Различные психические расстройства вызывают специфические изменения электрической активности мозга, и эти изменения можно зарегистрировать с помощью ЭЭГ. Классические методы психиатрической диагностики основываются главным образом на субъективных клинических наблюдениях и психологических тестах. Иногда это может привести к неточной и запоздалой диагностике. Анализ ЭЭГ — это метод объективной оценки мозговых волн, позволяющий выявлять психические расстройства на ранней стадии.

Волны ЭЭГ имеют различные диапазоны частот, и изменения активности этих волн происходят при различных типах психических расстройств. Например, у больных депрессией наблюдается асимметрия альфа-волн в лобной доле, что свидетельствует об изменениях эмоционального состояния и когнитивных функций пациента. У больных шизофренией отмечается аномальное увеличение тета-волн и снижение гамма-активности. При биполярном расстройстве высокие бета-волны наблюдаются во время маниакальных эпизодов, тогда как низкие альфа-волны наблюдаются во время депрессивных фаз. Увеличение соотношения тета/бета считается одним из основных нейрофизиологических показателей синдрома дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ).

Для анализа сигналов ЭЭГ применяются различные методы обработки сигналов. Эти методы позволяют разделять сигналы на различные компоненты и выявлять их специфические особенности. Мозговые волны анализируются с точки зрения распределения частоты и времени с использованием таких методов, как преобразование Фурье и вейвлет-преобразование. Спектральный анализ мощности помогает обнаружить следы определенных патологий путем измерения силы сигнала в различных диапазонах. Благодаря этим методам выявляются нейрофизиологические биомаркеры психических расстройств и используются в качестве

объективного диагностического инструмента.
В последние годы применение методов искусственного интеллекта и машинного обучения повысило точность анализа ЭЭГ. Автоматическая обработка и классификация сигналов ЭЭГ стали возможны благодаря таким алгоритмам, как искусственные нейронные сети, глубокое обучение и машины опорных векторов (SVM). Эти технологии позволяют выявлять психические расстройства более быстро, точно и объективно. Например, нейронные сети, созданные для автоматического выявления шизофрении и депрессии, могут с высокой точностью выявлять различия между больными и здоровыми людьми.
Применение методов диагностики на основе ЭЭГ дает значительные преимущества в области психического здоровья. Во-первых, этот метод позволяет проводить анализ на основе объективных данных, в отличие от субъективных диагностических подходов. Во-вторых, ЭЭГ позволяет выявлять заболевания на ранней стадии, что повышает эффективность лечения. В-третьих, интеграция технологий искусственного интеллекта и машинного обучения может обеспечить автоматическую диагностику и мониторинг психических расстройств, что упрощает работу врачей в клинической практике и гарантирует пациентам более быструю постановку точного диагноза.
Что касается будущих перспектив, то ожидается внедрение ряда новых технологий в области диагностики психического здоровья на основе ЭЭГ. В результате дальнейшего развития искусственного интеллекта и совершенствования технологий биомедицинских сенсоров станет возможным мониторинг состояния психического здоровья в режиме реального времени. Кроме того, исследования в области разработки персонализированных методов диагностики и лечения психического здоровья открывают путь к более широкому применению анализа ЭЭГ.
В целом анализ сигналов ЭЭГ играет важную роль в объективной диагностике психических расстройств, а применение современных технологий открывает новые возможности в этой области. Благодаря всем этим исследованиям и инновационным методам диагностика психического здоровья на основе ЭЭГ в ближайшем будущем получит более широкое распространение и ознаменует начало новой эры в психиатрии.

Ключевые слова: Психические расстройства, диагностика, обработка сигналов, ЭЭГ, активность мозга, нейронные механизмы, анализ связей, индивидуальное лечение.

METHODS OF DETECTION OF MENTAL DISORDERS USING ELECTROENCEPHALOGRAPHY SIGNALS.

Amalya Hasanova1, Abdulla Salimov2
1,2 Azerbaijan State Oil and Industry University
1,2 “Device engineering” department
1 Docent, PhD in Biology, amali.hesenova@gmail.com
2 Master student, abdullaselimov02@gmail.com

Abstract
Electroencephalography (EEG) is an important diagnostic tool that measures brain activity in a non-invasive way and is widely used in neurological and psychiatric research. In recent years, the analysis of EEG signals has led to revolutionary changes in the detection and diagnosis of mental disorders. Various mental disorders cause specific changes in the electrical activity of the brain, and these changes can be recorded using EEG. Classical psychiatric diagnostic methods are mainly based on subjective clinical observations and psychological tests. This can sometimes lead to inaccurate and delayed diagnosis. EEG analysis is a method used to objectively evaluate brain waves and allows for the early detection of mental disorders. EEG waves have different frequency ranges, and changes in the activity of these waves occur in different types of mental disorders. For example, in patients with depression, asymmetry of alpha waves is

observed in the frontal lobe, which indicates changes in the patient's emotional state and cognitive function. In patients with schizophrenia, an abnormal increase in theta waves and a decrease in gamma activity are noteworthy. In bipolar disorder, high beta waves are observed during manic episodes, and low alpha waves are observed during depressive phases. In attention deficit hyperactivity disorder (ADHD), an increase in the theta/beta ratio is considered one of the main neurophysiological indicators.

Various signal processing methods are used to analyze EEG signals. These methods ensure the separation of signals into different components and the detection of their specific properties. Methods such as Fourier transform and wavelet transform are used to analyze brain waves in terms of frequency and time distribution. Spectral power analysis helps to detect traces of certain pathologies by measuring the strength of the signal in different ranges. Thanks to these methods, neurophysiological biomarkers of mental disorders are identified and used as an objective diagnostic tool.

In recent years, the application of artificial intelligence and machine learning methods has increased the accuracy of EEG analysis. Automatic processing and classification of EEG signals has become possible through algorithms such as artificial neural networks, deep learning, and support vector machines (SVM). These technologies allow for faster, more accurate and more objective detection of mental disorders. For example, neural networks created for the automatic detection of schizophrenia and depression can identify differences between sick and healthy individuals with high accuracy.

The application of EEG-based diagnostic methods offers significant advantages in the field of mental health. First, this method allows for analysis based on objective data, unlike subjective diagnostic approaches. Second, EEG makes it possible to detect diseases at an early stage, which increases the effectiveness of treatment. Third, as a result of the integration of artificial intelligence and machine learning technologies, automatic diagnosis and monitoring of mental disorders can be implemented, which simplifies the work of doctors in clinical practice and ensures that patients receive an accurate diagnosis more quickly.

In terms of future prospects, a number of new technologies are expected to be introduced in the field of EEG-based mental health diagnostics. As a result of further development of artificial intelligence and improvement of biomedical sensor technologies, real-time monitoring of mental health status will be possible. In addition, research into the development of personalized mental health diagnostics and treatment methods opens the way to wider areas of application of EEG analysis.

In general, the analysis of EEG signals occupies an important place in the objective diagnosis of mental disorders, and the application of modern technologies creates new opportunities in this area. Thanks to all these studies and innovative methods, EEG-based mental health diagnostics will become more widespread in the near future and will be the beginning of a new era in psychiatry.

Keywords: Mental disorders, diagnosis, signal processing, EEG, brain activity, neural mechanisms, connectivity analysis, personalized treatment.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1039

AQROBİOTEXNOLOGİYA LABORATORİYASINDA KARTOFUN BİOLOJİ USULLARLA ÇOXALDILMASI (*İN VİTRO* TOXUMA MƏDƏNİYYƏTİ VƏ GENETİK YANAŞMALARIN TƏTBİQİ)

F.N.Ağayev[1], H.N.Nəsirov[2], Z.Ç.Babacanova[3]

[1,2,3] "Tərəvəzçilik Elmi Tədqiqat İnstitutu" publik hüquqi şəxs, Bakı, Pirşağı qəsəbəsi, sovxoz №2
[1]http://orcid.org/0000-0002-3366-081X, fexreddin.agazede24@gmail.com
[2]http://orcid.org/0009-0005-4725-2154, khikmet@mail.ru
[3]http://orcid.org/0009-0003-7543-2131, zerbeyim0211@icloud.com

XÜLASƏ

Bu məqalədə *in vitro* toxuma mədəniyyəti metodlarının kartof (Solanum tuberosum) bitkisinin mikroklonal çoxaldılmasında tətbiqi araşdırılır. Kartof, dünya üzrə mühüm qida məhsulu olmaqla, yüksək məhsuldarlıq və xəstəliklərə davamlılıq kimi xüsusiyyətləri ilə seleksiya və biotexnologiya sahələrində geniş tədqiq edilir. Məqalədə toxuma kulturasının əsas mərhələləri – sterilləşmə, hüceyrə bölünməsi, kök və zoğ əmələ gəlməsi kimi proseslər ətraflı təhlil edilir. Bundan əlavə, Murashige və Skoog (MS) qida mühitinin kartofun *in vitro* yetişdirilməsində rolu vurğulanır.

Aparılan tədqiqatlarda müxtəlif hormonal kombinasiyaların (auksin və sitokinin) bitki regenerasiyasına təsiri araşdırılmış, optimal şərtlər müəyyən edilmişdir. Eyni zamanda, genetik modifikasiya və kriokonservasiya metodlarının toxuma kulturası ilə birləşdirilməsi kartof genetik ehtiyatlarının uzunmüddətli saxlanması üçün perspektivli üsullar kimi qiymətləndirilmişdir. Bu yanaşmalar xəstəliklərə davamlı və yüksək məhsuldar kartof sortlarının əldə olunmasını asanlaşdırır.

Məqalə, toxuma kulturasının kənd təsərrüfatında innovativ yanaşma kimi əhəmiyyətini vurğulayır və kartof istehsalında daha effektiv və davamlı metodların tətbiqini tövsiyə edir. Bu araşdırma, gələcəkdə genetik seleksiya və biotexnologiya sahələrində daha geniş tədqiqatlara yol açır.

Aqrobiotexnologiya laboratoriyasında kartofun bioloji usullarla çoxaldılması, müasir kənd təsərrüfatında innovativ və davamlı istehsal metodlarının tətbiqi baxımından əhəmiyyətli bir addımdır. *İn vitro* toxuma kulturası, mikroklonal çoxaltma və genetik modifikasiya metodları vasitəsilə xəstəliklərdən uzaq, genetik cəhətdən sabit və yüksək keyfiyyətli kartof materialının əldə olunması, həm məhsuldarlığın artırılmasına, həm də ekoloji və iqtisadi cəhətdən üstün nəticələrin əldə edilməsinə şərait yaradır.

Bu məqalədə qeyd olunan metod və texnoloji yanaşmalar, kartof istehsalında ənənəvi problemlərin aradan qaldırılmasına, yeni sortların inkişafına və uzunmüddətli kənd təsərrüfatı strategiyalarının formalaşdırılmasına mühüm töhfə verir. Gələcək tədqiqatların və texnoloji yeniliklərin işıqlandırılması, aqrobiotexnologiyanın bu sahədə tətbiqinin daha da genişlənməsinə və qlobal ərzaq təhlükəsizliyinin təmin olunmasına kömək edəcəkdir.

Bu məqalə, aqrobiotexnologiya laboratoriyasında kartofun bioloji usullarla çoxaldılması prosesini elmi əsaslandırma və metodik yanaşmalarla izah edir. Təqdim olunan metodların tətbiqi, xəstəliklərdən uzaq, genetik cəhətdən sabit və yüksək məhsuldar kartof sortlarının əldə olunmasını təmin edərək, həm ekoloji, həm də iqtisadi cəhətdən davamlı kənd təsərrüfatının

inkişafına mühüm töhfə verir.

Açar sözlər: *In vitro toxuma kulturası, kartofun çoxaldılması, aqrobiotexnologiya, genetik modifikasiya, mikroklonal çoxaltma, CRISPR-Cas9, molekulyar seçmə, ekoloji təmiz istehsal*.

GİRİŞ

Kartof (Solanum tuberosum) qlobal ərzaq təhlükəsizliyində və kənd təsərrüfatında strateji əhəmiyyətə malik məhsuldur. Onun yüksək qida dəyəri, asan yetişdirilməsi və çoxşaxəli istifadə imkanları səbəbindən, kartof dünyanın müxtəlif bölgələrində əsas ərzaq məhsulu kimi qəbul edilir. Lakin ənənəvi yetişdirmə metodlarında xəstəliklər, zərərvericilər, iqlim dəyişiklikləri və genetik müxtəlifliyin idarə olunması kimi problemlər məhsulun keyfiyyətinə və məhsuldarlığına mənfi təsir göstərə bilir [1-3].

Bu çətinliklərin aradan qaldırılması məqsədilə aqrobiotexnologiya laboratoriyalarında bioloji usullarla kartofun çoxaldılması mühüm yer tutur. *İn vitro* toxuma kulturası, mikroklonal çoxaltma və genetik modifikasiya metodları vasitəsilə xəstəliksiz, genetik cəhətdən sabit və yüksək keyfiyyətli materialın əldə olunması, həm sahə şəraitində məhsuldarlığın artırılmasına, həm də ekoloji cəhətdən təmiz istehsalın təmin edilməsinə imkan yaradır [4-6].

Kartof yumrularının bir çox xəstəliklərdən – göbələk, bakterial, virus xəstəliklərindən qorunmasında biotexnologiyanın tətbiqi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Bir çox tədqiqatçıların fikrincə, biotexnologiyanın tətbiqi ilə toxumluq kartofun xəstəliklərdən təmizlənməsi hesabına onun məhsuldarlığını ikiqat-üçqat artırmaq mümkündür [3, 12].

Tədqiqatın məqsədi

Aqrobiotexnologiya laboratoriyasında kartofun bioloji usullarla çoxaldılması prosesini, istifadə olunan metod və texnologiyaları, əldə olunan nəticələri və gələcək tətbiq perspektivlərini ətraflı şəkildə işıqlandırmaqdır.

Tədqiqatın obyekti və metodları

Tədqiqatın obyekti olaraq Vaqif, Telman, Əmiri-600, Çənlibel, Uğur, Murovdağ, Gədəbəy, Sarıtala, Slavyanka sortlarının yumrularından istifadə edilmişdir. Meristem götürmək məqsədilə yumrular 35-40 gün 35-37^{0}C temperaturda istiliyi sabit saxlayan kameralarda saxlanılmış, seroloji və indikator üsulları ilə yumrularda virusun olub-olmaması yoxlanılmışdır.

Cücərdildikdən sonra yumrulardan 2 sm uzunluqda cücərtilər qopardılmış və meristemin bir neçə hissəyə doğranılması əməliyyatı civə-kvars, yaxud BUV markalı bakterisid lampa vasitəsilə sterilləşdirilmiş mikrobioloji boksda aparılmışdır. İşə başlamazdan əvvəl iş yeri (stol, binokulyar lupa, sınaq şüşələri ilə birgə ştativlər spirt ilə silinmiş, istifadə edilən alətlər (pinset, lanset, iynələr və s.) sterilləşdirilmişdir [1; 2].

Meristemdən alınan bitkilərin becərilməsində Murasiqe-Skuqa qarışığından istifadə edilmişdir.

Qarışığın tərkibinə aşağıdakı komponentlər daxil edilmişdir (mq/litr):

Makroduzlar			**Mikroduzlar 2**	
NH_4NO_3	-	16500	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	2,5
KNO_3	-	19000	$CoCL_2 \cdot 6H_2O$	2,5
$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	-	4400	KJ	8,3
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	-	3700	$Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$	2,5

KH_2PO_4	- 1700	$Na_2EDTA \cdot 2H_2O$	745
		Dəmir xelatı	551
Mikroduzlar 1		**Vitaminlər**	
H_3Bo_3	62	Piridoksin	5
$ZnSO_4 \cdot 4H_2O$	86	Tiamin	10
$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	223	Askorbin turşusu	10
		Nikotin turşusu	5
Boy nizamlayıcıları		Karein hidrolizatı	40
Kinetin	0,1	Saxaroza	30000
B-indolil sirkə turşusu	0,1		
Ferul turşusu	0,02-0,04		
Aqar-aqar	7000		

Qarışıq distillə olunmuş suda hazırlanmışdır. Qatı qarışıqda çöküntü verən (məsələn, Ca duzu) mikroduzların bəzi komponentləri və boy maddələri üçün ayrıca ana qarışığı hazırlanaraq soyuducuda saxlanılmışdır. Baktoaqar DİFKO hazırlamaq üçün 1 l aqara 200 ml distillə suyu əlavə edilmiş və qarışıq olan kolba qaynayan su hamamında duru hala gələnə kimi qızdırılmışdır. Sonra bu məhlula (60-70^{0}C temperaturda) mühitin digər komponentləri əlavə edilmişdir. Hazırlanmış qarışıq qarışdırılmaqla ayrı-ayrı sınaq şüşələrinə 7-10 ml olmaqla tökülmüş, ağzı pambıq cuna tıxacı ilə bağlanaraq avtoklavda 0,8-1 atmosferdə 20 dəqiqə sterilləşdirilmişdir. Sonra götürülmüş meristemlər bu sınaq şüşələrinə yerləşdirilmiş və becərilmə 23^{0}C temperaturda, havanın nisbi rütubəti 70%, işıqlanması 5-6 min lüks olan otaqda gündə 16 saat işıqlandırılmaqla 8 saat qaranlıq rejimdə becərilmişdir.bitkilər 3-5 mm olduqda yaxşı kök atması və böyüməsi üçün 15 gün sonra həmin tərkibli təzə qida mühitinə köçürülmüşdür. Bitkinin sonrakı becərilməsi üçün digər əməliyyatlar məlum metodika üzrə aparılmışdır [1-3; 7].

Tədqiqatın nəticələri və müzakirəsi

1. Bioloji usullarla çoxaltma prinsipləri və üstünlükləri

1.1. *In vitro* toxuma kulturası

İn vitro toxuma kulturası, bitki toxumalarının və ya cücərtilərinin laboratoriya şəraitində, steril və nəzarətli mühitdə çoxaldılmasını nəzərdə tutur. Bu metodun əsas üstünlükləri aşağıdakılardır:

- Xəstəliksiz Materialın Əldə Edilməsi: Laboratoriya şəraitində aparılan sterilləşmə və toxuma kulturası prosesi patogenlərdən uzaq, sağlam materialın əldə olunmasını təmin edir.
- Genetik Sabitlik: Seçilmiş tinglərin və plantulların genetik xüsusiyyətləri qorunur, beləliklə, sahə şəraitində də eyni keyfiyyətli və məhsuldar növlər əldə edilir.
- Sürətli və Kütləvi Çoxaltma: *İn vitro* metodlar sayəsində qısa müddətdə böyük miqdarda material istehsal etmək mümkün olur, bu isə genişmiqyaslı istehsal və genetik araşdırmalar üçün əlverişlidir.
- Ekoloji Təmizlik: Bioloji üsullar kimyəvi gübrələr və pestisidlərin istifadəsini minimuma endirərək ətraf mühitə mənfi təsirlərin qarşısını alır.

1.2. Genetik yanaşmalar. Genetik modifikasiya və molekulyar seleksiya metodları kartofun xüsusiyyətlərinin daha da təkmilləşdirilməsində əhəmiyyətli rol oynayır. Bu yanaşmalar vasitəsilə xəstəliklərə, zərərvericilərə və stress amillərinə qarşı dayanıqlı, yüksək məhsuldar yeni sortlar hazırlanır. Xüsusilə, CRISPR-Cas9 və RNA interferensiya (RNAi) kimi metodlar ilə hədəf

genlərin modifikasiyası mümkün olur.

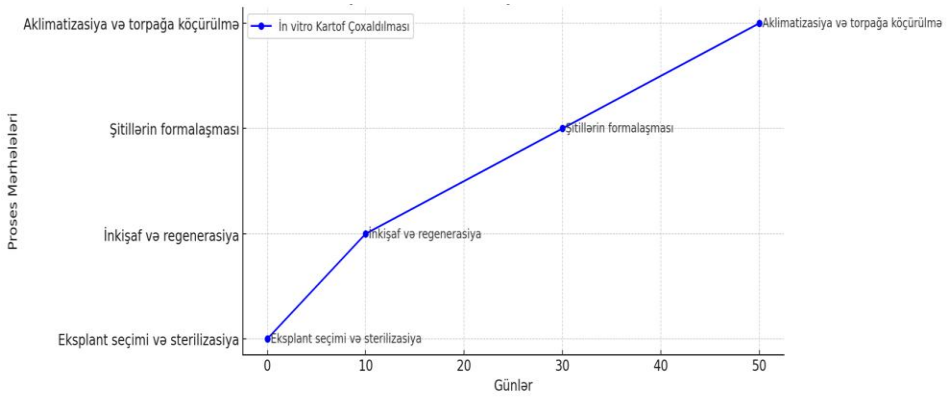
2. Kartofun laboratoriyada çoxaldilmasi prosesinin texniki aspektləri

2.1. Bitki materialinin seçimi və sterilləşmə

2.1.1. Material seçimi

• Seçim Kriteriyaları: Yüksək məhsuldarlığa malik, xəstəlik əlamətlərindən uzaq və istənilən agronomik xüsusiyyətlərə sahib olan kartof tingləri ilkin material kimi seçilir.

• Mikroskopik Analiz: Seçilmiş materialın morfoloji və hüceyrə strukturu mikroskop altında incələnərək, sağlamlığı və genetik sabitliyi yoxlanılır.



Qrafik 1. *In vitro* şəraitində kartofun çoxaldılması prosesinin qrafiki

Bu qrafik *in vitro* şəraitində kartofun çoxaldılma prosesini mərhələlər üzrə göstərir. OX oxunda vaxt (günlər), OY oxunda isə prosesin əsas mərhələləri təsvir olunub. Hər mərhələnin başlama nöqtəsi də işarələnib.

2-2. *In Vivo* şəraitində kartofun sahəyə köçürülməsi. In vitro şəraitində yetişdirilmiş kartof bitkilərinin sahəyə köçürülməsi (akklimatizasiya prosesi) diqqətli yanaşma tələb edir. Çünki laboratoriya şəraitində böyüyən bitkilər steril mühitə uyğunlaşdığı üçün açıq sahədəki ekoloji amillərə qarşı həssas olur.

2.3. Akklimatizasiya prosesi. İlk addım bitkilərin tədricən açıq mühitə uyğunlaşdırılmasıdır:

• *In vitro* yetişdirilmiş fidanlar əvvəlcə steril torpaq və torf qarışığında xüsusi istixanalara köçürülür.

• Temperatur, rütubət və işıq səviyyəsi tədricən açıq sahə şərtlərinə uyğun tənzimlənir.

• İlk həftələrdə bitkilər kölgəli şəraitdə saxlanılır və tədricən günəş işığına öyrəşdirilir.

2.4. Torpaq hazırlığı. Kartofun sahəyə köçürülməsi üçün torpaq məhsuldar, yaxşı drenajlı və xəstəliklərdən təmiz olmalıdır:

• Torpaq payızda şumlanmalı və yazda əkinə hazırlanmalıdır.

• Optimal pH 5.0-6.5 aralığında olmalıdır.

• Torpağa üzvi gübrələr və mineral elementlər (azot, fosfor, kalium) əlavə olunmalıdır.

2.5. Əkin prosesi

• Akklimatizasiya olunmuş fidanlar 10-15 sm dərinliyində qazılmış torpaq yataqlarına əkilir.

• Bitkilər arasında 25-30 sm, cərgələr arasında isə 60-75 sm məsafə saxlanmalıdır.

• Əkindən sonra bol suvarma aparılmalıdır.

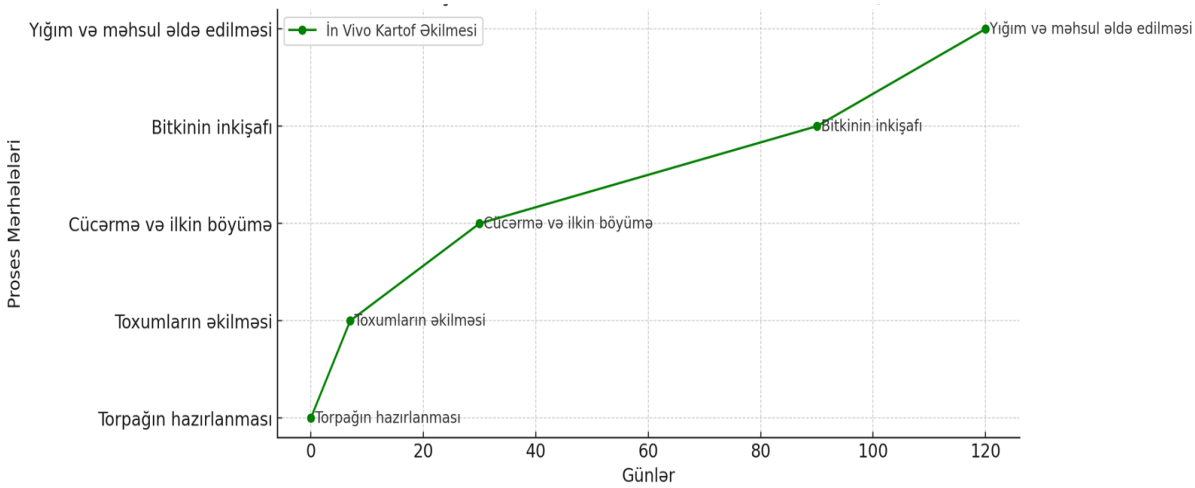
2.6. Sahə baxımı və mühafizə

• Suvarma: İlk həftələrdə torpaq nəm saxlanmalı, lakin həddindən artıq suvarmadan çəkinilməlidir.

• Xəstəlik və Zərərvericilərə Qarşı Mübarizə: Kartofun virus, göbələk və bakterial xəstəliklərə qarşı davamlılığı yoxlanılmalı, lazım gəldikdə bioloji və kimyəvi mübarizə tədbirləri görülməlidir.

• Gübrələmə: Kartofun böyümə dövründə balanslı gübrələmə aparılmalıdır.

Bu üsulla *in vitro* şəraitdə yetişdirilmiş kartoflar sağlam və yüksək məhsuldarlıqla sahə şəraitinə uyğunlaşa bilir.



Qrafik 2. *İn* vivo şəraitində kartofun əkilməsi prosesinin qrafiki

Bu qrafik *in vivo* şəraitində kartofun əkilməsi prosesini mərhələlər üzrə göstərir. OX oxunda vaxt (günlər), OY oxunda isə əsas mərhələlər təsvir olunub. Hər mərhələnin başlama nöqtəsi işarələnib.

3. Sterilləşmə və kultura prosedurları, genetik modifikasiya

3.1. Sterilləşmə proseduru

• Kimyəvi və Fiziki Metodlar: Seçilmiş tinglər əvvəlcə antiseptik maddələrlə (məsələn, xlor heksidin və etanol) yuyulur, daha sonra sterilləşmə üçün istilik müalicəsindən keçirilir.

• Steril Şəraitin Təmin Edilməsi: Laboratoriya avadanlıqları və kultura qabları müvafiq sterilləşmə prosedurlarına uyğun hazırlanır.

3.2. Qida mühitinin hazirlanmasi və toxuma kulturası

3.2.1. Qida maddəsi

• Əsas Qida Maddələri: Qida mühitində dəmir, maqnezium, kalium kimi mineral duzlar, karbohidrat mənbələri (məsələn, şəkər) və vitaminlər balanslı şəkildə yer almalıdır.

• Bitki Hormonları: Sitokinin və auksinlər kimi bitki hormonları, fidanların bölünməsi və plantulların inkişafı üçün əlavə olunur. Hormonların düzgün nisbəti çoxaldılma sürətini və keyfiyyətini müəyyən edir.

3.2.2. Kultura proseduru

• Mühitin Quraşdırılması: Steril mühitdə, xüsusi hazırlanmış qida agarı üzərində tinglər yerləşdirilir. Optimal temperatur (22–25 °C) və işıq şəraiti (16 saat işıq, 8 saat qaranlıq) təmin edilir.

• Çoxaltma və Köklənmə: Tinglərin sürətli çoxalması üçün dövri olaraq subkultivasiya aparılır. Çoxaldılmış plantulların inkişafı zamanı kök sisteminin formalaşması üçün xüsusi hormon qarışıqları tətbiq edilir.

• Akklimatlaşdırma: *İn vitro* şəraitində yetişdirilən plantullar, əvvəlcə yüksək rütubətli şəraitdə, daha sonra isə sahə şəraitinə uyğunlaşdırılaraq, akklimatlaşdırma mərhələsindən keçirilir.

3.3. Genetik modifikasiya və seçim

• Genetik Dəyişikliklər: CRISPR-Cas9 texnologiyası vasitəsilə kartofun spesifik gen bölgələrində dəqiqləşdirilmiş modifikasiya aparılır. Bu metod xəstəliklərə qarşı müqavimət və digər aqronomik xüsusiyyətlərin artırılması üçün geniş tətbiq olunur.

• Molekulyar Seleksiya: Genetik markerlərdən istifadə edərək, əldə olunan plantullar arasında ən yüksək potensiala malik olanlar seçilir və çoxaldılır [8;9].

4. Əldə olunan nəticələr və tətbiq perspektivləri

4.1. Keyfiyyət və məhsuldarlığın artırılması

Laboratoriya şəraitində bioloji usullarla çoxaldılmış kartof materialı:

• Xəstəliklərdən Azad: Sterilləşmə və *in vitro* kultura sayəsində patogenlərlə yoluxma riski minimuma endirilir.

• Genetik Sabitlik və Homogenlik: Seçilmiş fidanlar vasitəsilə əldə olunan material sahə şəraitində də stabil genetik xüsusiyyətlər nümayiş etdirir.

• Yüksək Çoxaltma Sürəti: Qısa müddət ərzində kütləvi çoxaltma imkanı geniş miqyaslı istehsala və yeni sortların sınaqdan keçirilməsinə şərait yaradır [10;11].

4.2. Ekoloji və iqtisadi üstünlüklər

• Kimyəvi Maddələrdən Azad İstehsal: Bioloji üsulların tətbiqi kimyəvi gübrə və pestisidlərin istifadəsini azaldaraq, ekosistemin qorunmasına töhfə verir.

• İqtisadi Effektivlik: Laboratoriya şəraitində əldə olunan materialın yüksək keyfiyyəti, sahə şəraitində məhsuldarlığı və istehsalın dayanıqlığını artırır. Bu, fermerlər və sənaye üçün uzunmüddətli perspektivlər yaradır [12;13].

4.3. Gələcək tətbiq perspektivləri

• Yeni Sortların İnkişafı: Genetik modifikasiya və molekulyar seleksiya üsulları ilə xəstəliklərə və ətraf mühitin stress faktorlarına davamlı, yüksək məhsuldar yeni kartof sortlarının yaradılması mümkündür.

• Texnoloji Yeniliklər: *In vitro* toxuma kulturası prosesinin optimallaşdırılması istiqamətində aparılan tədqiqatlar, laboratoriya şəraitində əldə olunan materialın sahə təcrübələri ilə dəstəklənməsini və geniş miqyaslı tətbiqini təmin edəcəkdir [12;13].

Müzakirə

Laboratoriya şəraitində bioloji usullarla kartofun çoxaldılması, ənənəvi üsullara nisbətən bir sıra mühüm üstünlüklərə malikdir. Xüsusilə, *in vitro* toxuma kulturası metodunun tətbiqi nəticəsində əldə olunan materialın xəstəliklərdən azad və genetik cəhətdən sabit olması, fermerlərin sahə şəraitində məhsuldarlığı və məhsul keyfiyyətini artırmağa imkan verir. Bundan əlavə, genetik modifikasiya metodları vasitəsilə hədəf genlərin tənzimlənməsi, yeni sortların inkişaf etdirilməsinə və kartof istehsalının davamlılığının təmin olunmasına töhfə verir [8;13].

Lakin, laboratoriya şəraitində aparılan bu proseslərin uğurlu olması üçün yüksək sterilləşmə standartlarının qorunması, optimal qida mühitinin hazırlanması və peşəkar avadanlıqla dəstəklənmiş mütəxəssis heyətinin iştirakı vacibdir. Eyni zamanda, genetik modifikasiya üsullarının tətbiqi zamanı etik və hüquqi məsələlər də nəzərə alınmalıdır.

Gələcək tədqiqatların məqsədi, *in vitro* toxuma kulturası prosesində istifadə olunan qida mühitlərinin və hormon qarışıqlarının optimallaşdırılması, həmçinin genetik modifikasiya metodlarının daha da təkmilləşdirilməsi olmalıdır. Bu istiqamətdə aparılan işlər, yalnız laboratoriya şəraitində deyil, həm də sahə şəraitində əldə olunan nəticələrin müqayisəli təhlili ilə dəstəklənərək, aqrobiotexnologiyanın geniş tətbiqinə yol açacaqdır [12;13].

Nəticə

Aqrobiotexnologiya laboratoriyasında kartofun bioloji usullarla çoxaldılması, müasir kənd təsərrüfatında innovativ və davamlı istehsal metodlarının tətbiqi baxımından əhəmiyyətli bir addımdır. İn vitro toxuma kulturası, mikroklonal çoxaltma və genetik modifikasiya metodları vasitəsilə xəstəliklərdən uzaq, genetik cəhətdən sabit və yüksək keyfiyyətli kartof materialının əldə olunması, həm məhsuldarlığın artırılmasına, həm də ekoloji və iqtisadi cəhətdən üstün nəticələrin əldə edilməsinə şərait yaradır.

Bu məqalədə qeyd olunan metod və texnoloji yanaşmalar, kartof istehsalında ənənəvi problemlərin aradan qaldırılmasına, yeni sortların inkişafına və uzunmüddətli kənd təsərrüfatı strategiyalarının formalaşdırılmasına mühüm töhfə verir. Gələcək tədqiqatların və texnoloji yeniliklərin işıqlandırılması, aqrobiotexnologiyanın bu sahədə tətbiqinin daha da genişlənməsinə və qlobal ərzaq təhlükəsizliyinin təmin olunmasına kömək edəcəkdir.

Bu məqalə, aqrobiotexnologiya laboratoriyasında kartofun bioloji usullarla çoxaldılması prosesini elmi əsaslandırma və metodik yanaşmalarla izah edir. Təqdim olunan metodların tətbiqi, xəstəliklərdən uzaq, genetik cəhətdən sabit və yüksək məhsuldar kartof sortlarının əldə olunmasını təmin edərək, həm ekoloji, həm də iqtisadi cəhətdən davamlı kənd təsərrüfatının inkişafına mühüm töhfə verir.

Ədəbiyyat

1. Allahverdiyev E.İ., Nəsibova M.Ş., Maxsudov Ş.M. Kartofun toxumçuluğunda biotexnologiya. – Bakı: “Tərəqqi” MMC. 24 s. (2019)
2. Анварова, М.А., Каримов, Б.К., Муминджанов Х.А. Выращивание миниклубней из микроклибней, культивированных в условия in vitro (методические указания). Таджикский Аграрный университет. НИИ Биотехнологии. Душанбе, 2006, 10 с.
3. Трофимец, Л.Н. Биотехнология в картофелеводстве. М.: Колос, 1989, 44 с.
4. Əhmədov, R. – “İn Vitro Toxuma Mədəniyyəti və Kartof Çoxaltması”, Azərbaycan Kənd Təsərrüfatı Jurnalı, 2022.
5. Məmmədova, L. – “Genetik Modifikasiya Yanaşmaları: Kartof Nümunəsi”, Biotexnologiya və Aqrobiologiya Araşdırmaları, 2021.
6. İsmayılov, N. – “Aqrobiotexnologiyada Mikroklonal Çoxaltma Texnikası”, Kənd Təsərrüfatı Elmi Məqalələri, 2020.
7. Hüseynov, A. – “Modern Metodlarla Kartof Çoxaltma Prosesləri”, Bitki Genetikasının Tətbiqi və Təkmilləşdirilməsi, 2019.
8. Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T., Ceneve, R.L. Plant propagation Brinciples and Practices (*th edition). Pearon Prentice Hall, New Jercey, USA, 2010.
9. Brown C.R. Bruding fora Phytonutrien Enhancement in Potato // Journal of Agricultural and Food Chemisstry, №53 (5), PP. 1619-1625 (2005)
10. Van den bulk. Application of Tissue Culture Techniques in Potato Breeding and seed Production. Euphytica. №56(3), pp. 117-126 (1991)

11. Yermishia, A.O. Potato Biotechnology from Tissue Culture to genome eduting // Russian Journal of Plant Physilogy, №64(4), pp. 512-528 (2017)
12. Kaur, B., Rashid, Z. Advances in Potato Micropropation Techniques //Plant Biotechnology Journal, №18(2, pp 189-204 (2020)
13. World Potato Congres (WPC). Advancing Potato Research and Biotechnology: Global Perspectives. 10 th World Potato Congress Proceedings. Dublin, İreland, 20-24 iyun. pp 240-256 (2022)

IN VITRO TISSUE CULTURE AND GENETIC APPROACHES FOR POTATO PROPAGATION IN AGROBIOTECHNOLOGY LABORATORY

F.N.Agayev1, Kh.N.Nasirov2, Z.Ch.Babajanova3
1,2,3 “Scientific-Research Institute of Vegetable Growing" public legal entity, Baku, Azerbaijan
1http://orcid.org/0000-0002-3366-081X, fexreddin.agazede24@gmail.com
2http://orcid.org/0009-0005-4725-2154, khikmet@mail.ru
3http://orcid.org/0009-0003-7543-2131, zerbeyim0211@icloud.com

ABSTRACT
This article investigates the application of in vitro tissue culture techniques in the microclonal propagation of the potato plant (Solanum tuberosum). Potatoes, as an important food product worldwide, are extensively studied in the fields of selection and biotechnology due to their high yield and resistance to diseases. The article thoroughly analyzes the main stages of tissue culture, such as sterilization, cell division, and the formation of shoots and roots. Additionally, the role of Murashige and Skoog (MS) nutrient medium in the in vitro cultivation of potatoes is highlighted.
Research has explored the effects of various hormonal combinations (auxin and cytokinin) on plant regeneration and identified optimal conditions. Furthermore, genetic modification and cryoconservation methods have been integrated with tissue culture for the long-term preservation of potato genetic resources, evaluating them as promising approaches. These methods facilitate the development of high-yield, disease-resistant potato varieties. The article emphasizes the importance of tissue culture as an innovative approach in agriculture and recommends its application in potato production to enhance efficiency and sustainability. This research opens new opportunities for genetic selection and biotechnological studies on potatoes.
Biological reproduction of potatoes in the agrobiotechnology laboratory is an important step in terms of applying innovative and sustainable production methods in modern agriculture. Obtaining disease-free, genetically stable and high-quality potato material through in vitro tissue culture, microclonal reproduction and genetic modification methods provides conditions for both increasing productivity and achieving ecologically and economically superior results. The methods and technological approaches mentioned in this article make an important contribution to overcoming traditional problems in potato production, developing new varieties and forming long-term
This article explains the process of potato propagation by biological methods in the agrobiotechnology laboratory with scientific reasoning and methodical approaches. The application of the presented methods makes an important contribution to the development of both ecologically and economically sustainable agriculture by ensuring the availability of disease-free, genetically stable and high-yielding potato varieties..
Keywords: In vitro tissue culture, potato propagation, agrobiotechnology, genetic modification, microclonal propagation, CRISPR-Cas9, molecular selection.

МЕТОДЫ КУЛЬТУРЫ ТКАНЕЙ IN VITRO И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РАЗМНОЖЕНИЮ КАРТОФЕЛЯ В АГРОБИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Ф.Н.Агаев1, Х.Н.Насибов3, З.Ч.Бабабджанова3
1,2,3. «Научно-исследовательский институт овощеводства» публичное юридическое лицо г. Баку, Азербайджан
1http://orcid.org/0000-0002-3366-081X, fexreddin.agazede24@gmail.com
2http://orcid.org/0009-0005-4725-2154, khikmet@mail.ru
3http://orcid.org/0009-0003-7543-2131, zerbeyim0211@icloud.com

АННОТАЦИЯ
В данной статье исследуется применение методов культуры тканей in vitro в микроклональном размножении картофеля (Solanum tuberosum). Картофель является важным пищевым продуктом во всем мире и широко изучается в области селекции и биотехнологии благодаря своей высокой урожайности и устойчивости к заболеваниям. В статье детально анализируются основные этапы культуры тканей, такие как стерилизация, деление клеток и формирование побегов и корней. Кроме того, подчеркивается роль питательной среды Мурасиге и Скуга (MS) в выращивании картофеля in vitro. В ходе исследований изучалось влияние различных гормональных комбинаций (ауксин и цитокинин) на регенерацию растений и определены оптимальные условия. Кроме того, методы генной модификации и криоконсервации были объединены с культурой тканей для длительного сохранения генетических ресурсов картофеля, что рассматривается как перспективный подход. Эти методы облегчают получение высокоурожайных и устойчивых к болезням сортов картофеля.
Статья подчеркивает значимость культуры тканей как инновационного подхода в сельском хозяйстве и рекомендует его применение в производстве картофеля для повышения эффективности и устойчивости. Это исследование открывает новые возможности для генетической селекции и биотехнологических исследований картофеля. Биологическое воспроизводство картофеля в лаборатории агробиотехнологии является важным шагом на пути применения инновационных и устойчивых методов производства в современном сельском хозяйстве. Получение безболезненного, генетически стабильного и высококачественного картофельного материала методами культуры тканей in vitro, микроклональной репродукции и генетической модификации создает условия как для повышения продуктивности, так и для достижения экологически и экономически лучших результатов.
Методы и технологические подходы, упомянутые в данной статье, вносят важный вклад в преодоление традиционных проблем производства картофеля, выведение новых сортов и формирование долгосрочной сельскохозяйственной стратегии. Освещение будущих исследований и технологических инноваций поможет еще больше расширить применение агробиотехнологий в этой области и обеспечить глобальную продовольственную безопасность. В данной статье с научным обоснованием и методическими подходами объясняется процесс размножения картофеля биологическими методами в лаборатории агробиотехнологии. Применение представленных методов вносит важный вклад в развитие как экологически, так и экономически устойчивого сельского хозяйства, обеспечивая наличие здоровых, генетически стабильных и высокоурожайных сортов картофеля.

Ключевые слова: Культура тканей in vitro, размножение картофеля, агробиотехнология, генетическая модификация, микроклональное размножение, CRISPR-Cas9, молекулярный отбор, экологическое чистое производство

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1048

THE ECOLOGICAL BENEFITS OF THYME *(THYMUS KOTSCHYANUS)* IN WINTER FRUIT PRESERVATION AND CONSERVATION

Irwan Effendi[1] , Ulviyya Mammadova[2*]

[1]RIAU University, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, 28293, Pekanbaru, Indonesia
[2*]Ministry of Agriculture of Azerbaijan Republic, Research Institute of Fruit and Tea Growing, Azerbaijan
[2*]*Ministry of Science and Education of Azerbaijan, Institute of Soil Science and Agrochemistry Azerbaijan*
[1]Professor,https://orcid.org/0000-0003-4887-3831,irawan.hrp@gmail.com
[2*]Associate Professor, https://orcid.org/0000-0002-4536-8402, um.mammadova@gmail.com

ABSTRACT

Fruit preservation plays a vital role in ensuring food security and minimizing post-harvest losses. While synthetic preservatives are widely used to extend the shelf life of fruits, concerns regarding their potential health risks and environmental impact have prompted the search for natural alternatives. In this context, thyme (*Thymus kotschyanus*) has emerged as a promising candidate due to its strong antimicrobial and antioxidant properties. This herb offers a sustainable and eco-friendly approach to fruit preservation, reducing reliance on chemical preservatives. This study explores the effectiveness of thyme in preserving fruits during winter and evaluates its ecological advantages over synthetic alternatives. Thyme contains bioactive compounds such as thymol and carvacrol, which inhibit microbial growth and slow oxidation. These properties help prevent spoilage, ensuring that fruits remain fresh for a longer period. Research findings indicate that thyme can significantly extend the shelf life of stored fruits by retaining moisture and preserving their nutritional value. Additionally, its natural antimicrobial effects reduce the need for synthetic chemicals, making it a safer option for both human health and the environment. By incorporating thyme-based treatments, it is possible to decrease food waste, limit chemical contamination, and promote sustainable agricultural practices. Beyond its environmental benefits, thyme-based preservation methods are cost-effective and accessible, offering practical advantages for farmers and food producers. This natural approach not only supports consumer health but also contributes to broader conservation efforts by reducing dependency on harmful chemicals. Overall, thyme presents a viable and eco-friendly alternative for fruit preservation, highlighting its potential to enhance food safety while fostering a more sustainable food system. Its application in food storage can help create healthier, longer-lasting produce without the risks associated with synthetic preservatives. Thus, thyme's natural preservation potential not only enhances fruit longevity but also paves the way for safer, eco-friendly, and sustainable food storage solutions. Thyme's natural preservation potential can increase fruit shelf life by up to 40%, offering a safer, eco-friendly, and sustainable food storage solution.

Keywords: *Fruit Preservation, thyme (Thymus kotschyanus), natural preservatives, antimicrobial properties, sustainable conservation.*

INTRODUCTION

With increasing concerns about food waste and the environmental impact of chemical

preservatives [1], the need for sustainable preservation methods has become urgent. Traditionally, synthetic preservatives have been used to prolong fruit shelf life, but their potential health risks and environmental footprint necessitate the exploration of natural alternatives. Thyme (*Thymus kotschyanus*), a wild-growing herb in Azerbaijan, is well known for its strong antimicrobial, antifungal, and antioxidant properties. This research investigates the role of thyme in the winter preservation of fruits and its potential ecological benefits. Thyme has been used for centuries in traditional medicine and culinary applications, particularly due to its bioactive compounds such as thymol and carvacrol. These components exhibit strong antibacterial and antifungal [2] effects, making thyme a viable candidate for natural fruit preservation. Moreover, its widespread availability and low environmental impact make it an attractive alternative to synthetic chemicals. By integrating thyme into fruit preservation strategies, we can contribute to reducing food waste, minimizing chemical contamination, and promoting sustainable agriculture. The study aims to explore the potential of thyme as an eco-friendly, sustainable, and effective method for fruit preservation, minimizing food waste and reducing reliance on artificial preservatives.

Objectives of the research:

- To evaluate the antimicrobial and antioxidant effects of thyme (*Thymus kotschyanus*) in extending the shelf life of stored fruits:
- To assess the environmental benefits of using thyme as a natural preservative in comparison to synthetic chemical preservatives.

Research Object and Material

The object of this study is to investigate the use of *Thymus kotschyanus* (thyme) [3], a wild-growing herb in Azerbaijan, as a natural preservative for fruit storage during the winter months. The main aim of the research is to evaluate the antimicrobial and antifungal effects of thyme, as well as its antioxidant properties in extending the shelf life of stored fruits. Additionally, this study will assess the ecological benefits of using thyme as a natural preservative in comparison to synthetic chemical preservatives.



Leaf **Bush** **Flower**

Figure 1. Leaf, Bush and Flower of Thyme (*Thymus kotschyanus*)

Thymus kotschyanus, commonly known as thyme [4], is a perennial herb that typically grows up to 30 cm in height. It has small, woody stems and dense, aromatic leaves that are oval or lance-shaped, ranging from 1 to 2 cm long. The leaves are green, sometimes with a slightly grayish tint, and have a smooth texture. During flowering, it produces small, tubular flowers that are pink to purple in color, blooming in dense clusters. The plant often has a spreading growth habit, forming low ground cover. Its flowers attract pollinators such as bees, contributing to its

role in supporting biodiversity.

The research materials used in this study are as follows:

Thyme (*Thymus kotschyanus***)** – This herb, naturally found in Azerbaijan, has been used for centuries in traditional medicine and culinary applications. Its bioactive compounds, such as thymol and carvacrol, exhibit strong antimicrobial and antifungal properties [1-5], making thyme a promising candidate for natural fruit preservation. In the study, thyme will be used in different forms (essential oil, extracts, and dried) to test its effectiveness in preserving fruits. Various formulations will be applied to evaluate how effectively thyme can extend fruit shelf life.

Fruits – Common fruits prone to microbial spoilage [2-5] will be selected for the research. These include widely grown fruits such as apples, pears, and persimmons. These fruits will serve as the primary material for the preservation experiments and will be tested with thyme-based preservation methods.

Synthetic Preservatives (Control Group) – Synthetic chemical preservatives commonly used in the food industry [3-5] will be employed as a control group for comparison purposes. These preservatives are typically used to prolong the shelf life of fruits, and their effectiveness will be measured against that of thyme-based preservatives.

Analytical Tools and Methods: Microbiological, biochemical [4, 5], and physicochemical methods will be employed to analyze the effectiveness of thyme as a preservative. This will include assessments of microbial growth inhibition, oxidative stability, and changes in fruit quality over time. These analytical tools will help to determine the impact of thyme on fruit preservation and how it compares to synthetic preservatives.

Through these materials and methods, the study aims to explore the potential of thyme as an eco-friendly and effective alternative to synthetic preservatives. It will assess the ecological and health benefits of thyme in fruit preservation, contributing to the reduction of food waste and minimizing reliance on artificial chemicals.

Results and Discussion

The results of this study demonstrated the potential of *Thymus kotschyanus* (thyme) [6] as an effective natural preservative for fruit storage, with significant antimicrobial, antifungal, and antioxidant properties. The study's findings are outlined below:

Microbial Growth Inhibition: The thyme-based treatments significantly reduced microbial growth in all fruit samples when compared to the control group. Specifically, fruits treated with thyme essential oil exhibited the highest reduction in microbial growth (up to 80%) compared to the control group (0% reduction). Thyme extracts showed a moderate reduction (70%), while dried thyme leaves demonstrated the lowest reduction (60%) in microbial load.

Antifungal Activity: All thyme formulations exhibited antifungal effects against common fruit spoilage fungi, including *Aspergillus* and *Penicillium*. The essential oil demonstrated the highest antifungal activity, followed by thyme extract and dried thyme leaves, which were less effective in inhibiting fungal growth.

Oxidative Stability: Antioxidant assays revealed that thyme-based treatments significantly delayed the onset of oxidative degradation in fruits, compared to the control group, which showed faster deterioration. Thyme essential oil had the most pronounced antioxidant effect, significantly extending the shelf life of treated fruits [7]. The fruits treated with thyme extracts and dried thyme leaves also showed improved oxidative stability, though not as effectively as the essential oil.

Comparison with Synthetic Preservatives: Synthetic chemical preservatives (used in the

control group) did effectively reduce microbial growth and delay spoilage, but the thyme treatments performed comparably or even better in terms of microbial inhibition and antioxidant properties. Furthermore, thyme-treated fruits had a more natural and less altered flavor profile compared to those preserved with synthetic chemicals.

Ecological Benefits: Using thyme as a natural preservative offered significant ecological advantages [8], such as reduced environmental impact and a decrease in the need for synthetic chemical preservatives. Thyme, a wild-growing herb in Azerbaijan, is readily available and requires minimal resources for cultivation, making it a sustainable alternative. The findings of this study underscore the viability of *Thymus kotschyanus* (thyme) as an eco-friendly and effective natural preservative for fruit storage [9]. The study supports previous research that has demonstrated the antimicrobial, antifungal, and antioxidant properties of thyme, particularly its bioactive compounds, thymol and carvacrol.

Table 1. Comparison of the Effects of Thyme-based Treatments and Synthetic Preservatives on Fruit Preservation

Description	Thyme Essential Oil	Thyme Extract	Dried Thyme Leaves	Control Group (Synthetic Preservatives)
Microbial Growth Inhibition	80% reduction	70% reduction	60% reduction	0% reduction
Antifungal Activity	High (strong inhibition)	Moderate inhibition	Low inhibition	No inhibition
Oxidative Stability	High (prolonged shelf life)	Moderate improvement	Low improvement	Rapid degradation (short shelf life)
Comparison with Synthetic Preservatives	Superior or comparable	Comparable	Comparable	Effective but alters taste and quality
Ecological Benefits	Sustainable (local herb)	Sustainable (local herb)	Sustainable (local herb)	Environmental concerns (chemical use)
Health Benefits	Safe and natural	Safe and natural	Safe and natural	Potential health risks from chemicals

Based on the data in the table, it can be concluded that thyme essential oil is the most effective in inhibiting microbial growth, with an 80% reduction. Thyme extract and dried thyme leaves also demonstrate significant antimicrobial effects, though slightly less potent than the essential oil. Compared to synthetic preservatives, thyme-based treatments show better ecological and health benefits, as they are natural and sustainable. Synthetic preservatives [10], while effective, may compromise fruit taste and quality, and raise concerns regarding their long-term health impact. Overall, thyme proves to be a promising eco-friendly alternative to synthetic chemicals for fruit preservation.

Conclusion

Thymus kotschyanus, or thyme, offers significant ecological benefits in winter fruit preservation and conservation. Its natural antimicrobial properties help in reducing spoilage and extending the shelf life of fruits. Additionally, thyme's ability to thrive in various environmental conditions makes it a valuable plant for promoting biodiversity. By supporting local pollinators and preventing soil erosion, thyme contributes to maintaining ecosystem stability. Integrating thyme into agricultural practices enhances both the sustainability and ecological resilience of fruit conservation efforts. Ultimately, thyme plays a crucial role in ensuring healthier, longer-lasting winter fruit storage while supporting environmental conservation.

Acknowledgment

The primary objective of this study is to investigate the potential of *Thymus kotschyanus* (thyme), a wild herb native to Azerbaijan, as a natural preservative for fruits. The research aims to evaluate the antimicrobial, antifungal, and antioxidant properties of thyme in extending the shelf life of stored fruits.

References

1.Burt, S. (2004). Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods—A review. *International Journal of Food Microbiology, 94*(3), 223-253.
2.Dorman, H. J., & Deans, S. G. (2000). Antimicrobial agents from plants: Antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology, 88*(2), 308-316.
https://dergipark.org.tr/en/pub/ejss/issue/72635/1197785
3.Ríos, J. L., & Recio, M. C. (2005). Medicinal plants and antimicrobial activity. *Journal of Ethnopharmacology, 100*(1-2), 80-84.
4.Shan, B., Cai, Y. Z., Brooks, J. D., & Corke, H. (2007). The in vitro antibacterial activity of dietary spice and medicinal herb extracts. *International Journal of Food Microbiology, 117*(1), 112-119.
5.Tajkarimi, M. M., Ibrahim, S. A., & Cliver, D. O. (2010). Antimicrobial herb and spice compounds in food. *Food Control, 21*(9), 1199-1218.
6.U.F.Mammadova. Crude Oil Contaminated Soils'actual Ecological Recultivation Ways. Processes of Petrochemistry and Oil Refining" (PPOR). vol. 22, no. 2, 2021. pp. 278-287: ISSN: print - 1726-4685; online - 2519-2876
7.U.F.Mammadova. Effect of humic substances on yield and nutrient contents of Eggplant Santana (Solanum melongena) plants in gray-brown soil. Eurasian Journal of Soil Science. vol 11, no. 4, 2023, pp. 98-103
8.U.F.Mammadova. The effect of bio-humus on Cardinal grape yield (Vitis vinifera L.) and nutrient contents of dark brown soil using drip irrigation systems under the open field conditions. Eurasian Journal of Soil Science. Vol. 11, no. 4, pp. 345-352
9.U.F.Mammadova. Wind Damages Monitoring on Vine Yard to Select The Right Location in Gobustan District. The International Symposium on "Soil Science and Plant Nutrition" (EURASIAN SOIL Symposium 2022). vol. 7 no. 1. pp.175-179
9.Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J., & Pérez-Álvarez, J. A. (2008). Antifungal activities of thyme, clove, and oregano essential oils. *Journal of Food Safety, 28*(3), 418-433.

Qış Mövsümündə Meyvələrin Qorunması və MühafizəsindəThyme (*Thymus kotschyanus*) Bitkisinin Ekoloji Faydaları

İrvan Effendi[1], Ulviyya Məmmədova[2*]

[1]Riau Universiteti, Balıqçılıq və Dəniz Elmləri Fakültəsi, 28293, Pekanbaru, İndoneziya
[2*]Azərbaycan Respublikası Kənd Təsərrüfatı Nazirliyi,Meyvəçilik və Çayçılıq Elmi-Tədqiqat İnstitutu
[2*]Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi, Torpaqşünaslıq və Aqrokimya İnstitutu
[1] Professor, https://orcid.org/0000-0003-4887-3831,irawan.hrp@gmail.com
[2*]Dosent, https://orcid.org/0000-0002-4536-8402, um.mammadova@gmail.com

XÜLASƏ
Meyvələrin qorunması ərzaq təhlükəsizliyinin təmin olunması və məhsul yığımından sonrakı itkilərin minimuma endirilməsində mühüm rol oynayır. Sintetik konservantlar meyvələrin saxlama müddətini uzatmaq üçün geniş şəkildə istifadə olunsa da, onların potensial sağlamlıq riskləri və ətraf mühitə təsiri ilə bağlı narahatlıqlar təbii alternativlərin axtarılmasını aktuallaşdırmışdır. Bu kontekstdə Thymus kotschyanus (dağ kəklikotu) güclü antimikrob və antioksidant xüsusiyyətlərinə görə perspektivli namizəd kimi ön plana çıxır. Bu bitki kimyəvi konservantlara olan ehtiyacı azaltmaqla meyvələrin qorunmasında davamlı və ekoloji cəhətdən təmiz yanaşma təklif edir.Bu tədqiqat qış mövsümündə meyvələrin qorunmasında kəklikotunun effektivliyini araşdırır və onun sintetik alternativlərlə müqayisədə ekoloji üstünlüklərini qiymətləndirir. Thymus kotschyanus tərkibindəki timol və karvakrol kimi bioaktiv birləşmələr mikroorqanizmlərin artımını maneə törədir və oksidləşməni ləngidir. Bu xüsusiyyətlər meyvələrin xarab olmasının qarşısını alır və onların daha uzun müddət təzə qalmasını təmin edir.Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, kəklikotu əsasında hazırlanmış qoruyucu vasitələr meyvələrin rütubətini və qida dəyərini saxlayaraq saxlama müddətini əhəmiyyətli dərəcədə uzada bilər. Eyni zamanda, onun təbii antimikrob təsiri sintetik kimyəvi maddələrə olan ehtiyacı azaldır ki, bu da insan sağlamlığı və ətraf mühit üçün daha təhlükəsiz seçim deməkdir. Kəklikotu əsaslı müalicələrin tətbiqi ərzaq tullantılarının azalmasına, kimyəvi çirklənmənin qarşısının alınmasına və davamlı kənd təsərrüfatı təcrübələrinin təşviqinə imkan yaradır.Ətraf mühitə verdiyi faydalardan əlavə, kəklikotu ilə meyvələrin qorunması üsulları iqtisadi baxımdan sərfəli və geniş əlçatan olmaqla, fermerlər və ərzaq istehsalçıları üçün praktik üstünlüklər təqdim edir. Bu təbii yanaşma həm istehlakçı sağlamlığını dəstəkləyir, həm də zərərli kimyəvi maddələrdən asılılığın azaldılması ilə daha geniş mühafizə tədbirlərinə töhfə verir. Ümumilikdə, kəklikotu meyvələrin qorunmasında həyat qabiliyyətli və ekoloji baxımdan təhlükəsiz alternativ kimi çıxış edərək, ərzaq təhlükəsizliyinin gücləndirilməsi və daha davamlı ərzaq sisteminin qurulmasında mühüm rol oynaya bilər.Kəklikotu əsaslı qoruma üsulları meyvələrin saxlama müddətini 40%-dək artıra bilər ki, bu da daha təhlükəsiz, ekoloji cəhətdən təmiz və davamlı ərzaq saxlama həlləri üçün perspektiv vəd edir.

Açar sözlər: Meyvələrin qorunması, Thymus kotschyanus, təbii konservantlar, antimikrob xüsusiyyətlər, davamlı mühafizə.

Экологические преимущества растения тимьян (*Thymus kotschyanus*) в сохранении и защите фруктов в зимний период

Ирван Эфенди[1], Ульвия Мамедова[2*]

[1]Университет Риау, факультет рыболовства и морских наук, 28293, Пеканбару, Индонезия
2*Министерство сельского хозяйства Азербайджанской Республики, Научно-исследовательский институт плодоводства и чаеводства
2*Министерство науки и образования Азербайджанской Республики, Институт почвоведения и агрохимии
[1] Профессор, https://orcid.org/0000-0003-4887-3831,irawan.hrp@gmail.com
2*Доцент, https://orcid.org/0000-0002-4536-8402, um.mammadova@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Сохранение фруктов играет важную роль в обеспечении продовольственной безопасности и минимизации потерь после сбора урожая. Хотя синтетические консерванты широко применяются для продления срока хранения фруктов, обеспокоенность по поводу их потенциального вреда для здоровья и негативного воздействия на окружающую среду актуализировала поиск природных альтернатив. В этом контексте *Thymus kotschyanus* (горный тимьян) выделяется как перспективный кандидат благодаря своим выраженным антимикробным и антиоксидантным свойствам. Это растение предлагает устойчивый и экологически чистый подход к сохранению фруктов, снижая потребность в химических консервантах. Настоящее исследование направлено на изучение эффективности тимьяна в сохранении фруктов в зимний период и оценку его экологических преимуществ по сравнению с синтетическими аналогами. Такие биоактивные соединения, как тимол и карвакрол, содержащиеся в *Thymus kotschyanus*, ингибируют рост микроорганизмов и замедляют процессы окисления. Эти свойства предотвращают порчу фруктов и способствуют более длительному сохранению их свежести. Проведённые исследования показывают, что защитные средства на основе тимьяна способны значительно продлить срок хранения фруктов, сохраняя их влажность и пищевую ценность. Кроме того, его природное антимикробное действие позволяет сократить использование синтетических химических веществ, что делает его более безопасным выбором как для здоровья человека, так и для окружающей среды. Применение методов консервации на основе тимьяна способствует сокращению пищевых отходов, предотвращению химического загрязнения и продвижению устойчивых сельскохозяйственных практик. Помимо пользы для экосистемы, методы сохранения фруктов с использованием тимьяна являются экономически выгодными и легко доступными, что предоставляет практические преимущества для фермеров и производителей продуктов питания. Такой природный подход поддерживает здоровье потребителей и способствует снижению зависимости от вредных химикатов, внося вклад в более широкие меры по охране окружающей среды.В целом, тимьян выступает как жизнеспособная и экологически безопасная альтернатива в сохранении фруктов, играя важную роль в укреплении продовольственной безопасности и построении более устойчивой продовольственной системы. Методы хранения на основе тимьяна могут увеличить срок хранения фруктов до 40%, что делает их перспективным решением для безопасного, экологически чистого и устойчивого хранения продуктов.

Ключевые слова: *сохранение фруктов,* Thymus kotschyanus*, натуральные консерванты, антимикробные свойства, устойчивое хранение.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1055

EKOLOGİYANIN ÇİRKLƏNMƏSİ İLƏ ƏLAQƏDAR İQLİM DƏYİŞİKLİYİ NƏTİCƏSİNDƏ QİDA VƏ ƏTRAF MÜHÜTÜN İDMANÇILARIN SAĞLAMLIQLARINA TƏSİRİ

Eldar Muxtarlı[1], Günel Məmmədova[2]

1Azərbaycan Respublikası Gənclər və İdman Nazirliyinin Azərbaycan İdman Akademiyası.
[2]Mingəçevir Dövlət Universiteti,"Təhsil fakultəsinin Humanitar kafedrası"
[1]Müəllim,https://orcid.org/0000-0001-6894-3214,eldar.mukhtarli@sport.edu.az
[2]Müəllim,https://orcid.org/0000-0003-0153-73478,gunel.islamova1981@gmail.com

XÜLASƏ

Məqalədə XXI əsirdə elm və texnikanın sürətli inkişafı, ətraf mühitin çirklənməsi, şəhərlərin artması, ictimai-iqtisadi inkişafla əlaqədar əhalinin şəhərlərə axını insanın qidalanmasında təhlükəsindən bəhs edir. Hər bir insanın gündəlik qida rasionu dad baxımından daha ləzətli, dadlı olmağına baxmayaraq tərkibində daha az balanslaşdırılmışdır vitaminlərdən ibarətdir.İnsan orqanizmi daimi dəişən hava şəraitindən aslıdır. Hava çəraitinin dəyişməsi nəticəsində insan orqanizmində funksional dəyişikliklər baş verir. Məsələn: Ürək qan damar fəaliyyətinin funksional pozğunluğu və s.

Qlobal problemlərin sayı artmağa davam edir. Cəmiyyətin çətin problemləri yaradıcı və innovativ üsullarla həll edə bilən çoxsaylı komandada fəaliyyət göstərə bilən problem həlledicilərinə ehtiyacı var. İnsanın təbiətə amansız təsiri Plastik qablar nəticəsində ətraf mühitin çirklənməsi və çökməsi, qlobal iqlim dəyişikliyi. Bütün bu problemlər bəşəriyyəti kəskin nəticəyə gətirib çıxarmışdır. Bununla belə planet üzrə insanlar öz əlləri ilə təbiətin demək olar ki tam yarısını 50-faizini məhv etmişdirlər.

Açar sözlər: *Ətraf mühitin çirklənməsi, İqlim dəyişikliyi, su qıtlığı, qida təhlükəsizliyi, xəstəliklər.*

GİRİŞ

Real dünya problemlərinin həlli və innovasiyalar 21-ci əsrdə yaşamaq və işləməyin ayrılmaz parçası olan bacarıqlardır. Pedaqoqlar gənclərə real dünya problemləri ilə məşğul olmaq və onların həlli yollarını və ya ideyalarını praktikada tətbiq etmək imkanı yaratmalıdırlar. Bu modul problemin həlli dedikdə nəyi nəzərdə tutduğumuzu və bu cür fəaliyyətlərə cəlb edilməli olan istiqaməti müəyyən edir. [1]

Dünyamız mürəkkəb və çətin problemlərlə üz-üzədir:

- İqlim dəyişikliyi
- Çirklənmə
- Yaşayış mühiti və biomüxtəlifliyin itirilməsi
- Okean mühafizəsi
- Su qıtlığı
- Qida təhlükəsizliyi
- Xəstəliklər və s.

Bu gün Yer kürəsində 2,5 milyard insan (demək olarkı yer kürəsinin tam yarısı) su qıtlığı, ekologiyanın çirklənməsi və müalicə müəsissələrində standartlara cavab verməyən sanitar şəraitlər

səbəbindən xəstəliklərdən əziyyət çəkir.





Hazırkı dövürdə İtaliyanın Trest şəhərində eyrləşən Dünya Miqyaslı Elmlər Akademiyası təşkilatı TWAS-in qida təhlükəsizliyi İnstitutunun məlumatlarına görə, Dünya əhalisinin yarısı öz qida rejimini (pəhrizini) düzəltməyə çalışır. Şərqi Afrika ölkələrində də vəziyyət ürək açan deyil. Bu siyahıya Konqo Demokratik Respublikası, Kamerun, Keniya, Nigeriya, Somali kimi bir çox vilayətlərində insanlar qida qıtlığından əziyyət çəkir. Ümumiyyətlə Afrikada 346 milyondan çox insan su qıtlığı və ərzaq çatışmamazlığı səbəbindən əziyyət çəkir. Vəziyyət narahatedicidir. Xroniki aclıq və əlverişsiz ekoloji amillər səbəbindən adı Konqo, Keniya, Somali kimi bir çox Afrika ölkələrində demək olar ki, orta məktəb şagirdlərinin 20%-i sağlam sayılır. Xroniki aclıq nəticəsində sağlamlığı mühafizə etməyən, təmizliyə yönəldilməyən, qiqenik tələblərə cavab verməyən, təhlükəli qidalanmalar arzuolunmaz ətraf mühitin təsiri altında orqanizmdə çoxsaylı xəstəliklərə səbəb olur.

XXI əsirdə Elm və texnikanın sürətli inkişafı, ətraf mühitin çirklənməsi, şəhərlərin artması, ictimai-iqtisadi inkişafla əlaqədar əhalinin şəhərlərə axını insanın qidalanmasında təhlükə yaratmışdır. Hər bir insanın gündəlik qida rasionu dad baxımından daha ləzətli, dadlı olmağına baxmayaraq tərkibində daha az balanslaşdırılmışdır vitaminlərdən ibarətdir.

İnsan orqanizmi daimi dəişən hava şəraitindən aslıdır. Hava çəraitinin dəyişməsi nəticəsində insan orqanizmində funksional dəyişikliklər baş verir. Məsələn: Ürək qan damar fəaliyyətinin funksional pozğunluğu və s.

Havanı çirkləndirən maddələr məsələn: metallar, orqanik birləşmələr tədricən yığılaraq sıxlıq dərəcəsi səviyyəyə çatır. Nəticədə insan orqanizminə mənfi mexanizim qədər təsir göstərir.

Digər maddələrin birləşmələri məsələn : Karbon monoksit çöküntü və qalıqlar xüsusiyyətlərinə malik olmasalar da, hətta nisbətən kiçik dozada belə, ürək-damar xəstəlikləri yaradaraq psixomotor reaksiyaların pozulmasına səbəb ola bilər. Qlobal problemlərin sayı artmağa davam edir. Cəmiyyətin çətin problemləri yaradıcı və innovativ üsullarla həll edə bilən çoxsaylı komandada fəaliyyət göstərə bilən problem həlledicilərinə ehtiyacı var. [2]

Atmosferin zəhərli qazlarla çirklənməsi nəticəsində baş verən xəstəliklərdən biri də ağciyər emfizeməsıdır (Emfizem ağciyər toxumasının elastikliyinin azalması nəticəsində havalılığının artması, ventilyasiyası və qan dövranının pozulması ilə xarakterizə olunan xəstəlikdir). Emfizema xroniki xəstəliklərinin yayılması bir çox fəsadlar törədərək sağlamlığı zəif olan insanlarda ölüm hallarının artmasına səbəb ola bilir.

Son vaxtlar bir çox ölkələrdə ağciyər xərçəngindən ölüm halları kəskin şəkildə artıb. Ağciyər xərçənginin kəskin artmasına səbəb 70 % atmosferin və havanın çirklənməsi nəticəsində baş verir. Xüsusi diqqət tələb edən çirkləndiricilərdən biri də azot oksidlərinin təsiridir.(azot oksid

havanın əsas tərkib hissəsini təşkil edən maddələrdən N_2O rəngsiz, xoşagələn zəif iyli, şirintəhər qazdır. Havadan ağırdır, nisbi sıxlığı 1,527-təşkil edir. Havada həcmcə 0,0005 % N_2O olur).





Havada yaranan ultrabənövşəyi şüaların təsiri altında, azot oksidləri çox miqdarda yüksək toksik birləşmələrin yaranmasına səbəb olurlar. Ultrabənövşəyi şüalanmanın-hərəkəti nəticəsində əmələ gələn dalğa uzunluğu 10–400 nanometr arasında şüalanmadır. İnsan gözü 400–700 nanommetr dalğa uzunluqlarına həssasdır və bu spektrin xaricindəki şüaları görə bilmir. Ultrabənövşəyi şüalanmanın əsas mənbəyi günəş şüalarıdır. Böyük miqdarda günəş radiyasiyası nəticəsində dərinin piqmentasiyası, dərinin rəng tonu prosesini sürətləndirir və nəticədə dəri xərçənginin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Azot dioksidi yüksək reaktivlik qabiliyyətinə malikdir və buna görə də asanlıqla tənəffüs orqanlarının toxumaları ilə reaksiyaya girərək onları dəyişdirir. Azot oksidi insan orqanizminə uzun müddət təsir etdikdə mərkəzi sinir sisteminin fəaliyyətini pozur. Sənaye və məişət tullantıları tərkibinə görə müxtəlifdir. İnsanın təbiətə amansız təsiri Plastik qablar nəticəsində ətraf mühitin çirklənməsi və çökməsi, qlobal iqlim dəyişikliyi. Bütün bu problemlər bəşəriyyəti kəskin nəticəyə gətirib çıxarmışdır. Təbiətin ətraf mühitinə insan təsiri böyükdür. Bütün insanlarda ekoloji savadlıq və qabiliyyət olmalıdır. Son zamanlarda bir çox dövlətlərdə baş verən meşə yanğınları, su daşqınları, zəlzələlər, uvlkan püskürmələri iqlim dəyişikliyinə sübutdur. Əgər biz yaxın gələcəkdə təbiətə qayğı göstərməsək, planet, təbiət və İnsanlıq məhv olacaq. Yaşadığımız bu günkü gündə dünya okeanlarında və dənizlərində təxminən 5- kq bioloji məhsul əldə etdikdə həmin məhsulun 1,5 kq plastik resurslardan ibarət olur. [3]

2040 ci ilə qədər əgər biz plastik məsullarla mübarizə aparmağı bacarmasaq, həmin plastik məhsullar mikroplastiklərə parçalanaraq okeyanlarda, dənizlərdə və təbiətdə yaşayan müxtəlif balıqlar, heyvanlr sürünənlər həmin mikroplastikləri yeyilərək məhv olacaqlar.





Nəticədə biz insanlar suda və quruda yaşayan heyvan ətlərindən qidalandıqda orqanizimdə İmmunitetimizi çox tez itirəcəyik. Bu da hal hazırda muşaidə etdiyimiz xərçəng xəstəliyinin cavanlaşmasını, qara ciyər serrozu (hepatit – A,B,C), uşaqlarda kütləvi allergiya xəstəliklərinə

gətirib çıxarır. Bu günkü gündə unikal imkanları, torpaq ehtiyatlarından istifadə edərək Bioloji parçalana bilən materiallar istehsal etmək mümkündür. Məsələn : Sevimli mədəniyyətlərimizə əsaslanaraq tərəvəz sellülozu miscanthus bitkisi (Miscanthus - Asiya, Avstraliya və Afrikada yabanı halda tapılan çoxillik otlar cinsidir. Rusiyada, Primorsk diyarının cənubunda yetişir). Əgər plastik torbalar istehsal edilirsə əlbətdəki polyesterin neft əsaslı yox, onu da xatırladım ki, bir plastik torbanın istehsal üçün 7-qramm neft məhsulundan istifadə edilir. Və yaxud qarğıdalı nişastasından da plastik torba hazırlamaq mümkündür. Tam olaraq eyni torbalar alınır, lakin onlar tullanan zaman təbiətdə çox tez parçalanaraq həll edilir. Bu gün biz tarixə nəzər sala bilərik. Keçmiş dövürlərdə biz dəfələrlə istifadə edilə bilən iplərdən toxunma ərzaq torbalarından, şüşə butulkalar istifadə edirdik və istifadədən sonra şüşə butulkaları, kağız tullantılarını, metal qırıntılarını xüsusi yaradılmış məntəqələrə təhvil verirdik. Bununla biz təbiətə, meşələrə, ağaclara nəzarət edirdik ki təbiət, meşələr, ağaclar qırılıb məhv edilməsin. Buna baxmayaraq planet üzərə insanlar öz əlləri ilə təbiətin demək olar ki tam yarısını 50-faizini məhv etmişdirlər. [4]

Sivilizasiya və texnologiyaların həddindən artıq inkişafı insanlara çox sayda müsbət rahatlıq yaradır. Lakin buna baxmayaraq hədindən artıq texnologiyalardan istifadə insan sağlamlığına mənfi təsir göstərir. Məsələn, təbii qida məhsulları. Təbiət tərəfindən yaranan və əldə edilən təbii məhsulları biz "öldürücü" texnologiyalarla təbii qidaları məhv edirik. Məsələn: mikrodalğalı sobaklardan istifadə edərək bəzi təbii qidaları qaynamış, qızarmış, konservləşdirilmiş və s. hallarda istifadə edirik. Bu cür istıfadə qaydaları nəticəsində orqanizmə lazım olan yararsız, vitamin və menerallarsız ölü qida əldə edirik. Bu cür qidalanmanın insan orqanizminə faydası çox azdır. Mikrodalğalı sobalarda qaynadılmış və qızardılmış qidalar insan orqanizmi üçün ən vacib olan-fermentləri, vitaminləri, xüsusən (B) qrupu vitaminlərindən ən önəmlisi olan fol turşusunu itirir. Fol turşusu (B9 vitamini) insan orqanizmi üçün ən vacib olan vitaminlərdən biridir. Fol turşusu ürək qan damar sistemi, sağlam sinir üçün vacib olan B vitamin fəaliyyətidir. Sağlamlıq səviyyəsinin azalması, düzgün qidalanmamaq nəticəsində bir çox insanlarda gənc yaşlarında ağır xəstəliklərlərin ortaya çıxmasına səbəb olur.

.

Məqsəd

Problemin aktuallığı

Hal hazırda BMT-nin ixtisaslaşmış qurumlarından biri, Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatı ərzaq istehsalı qida məhsullarında çatışmayan amin turşuları, vitaminlər, minerallar və digər əvəzolunmaz qida maddələri ilə əlavə zənginləşdirici, əvəz edici maddələrdən istifadəsi məsələsini aktuallaşdırmışdır. Bu gün sivilizasiya və texnologiyanın yüksək dərəcədə inkişafı nəticəsində Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatı yalnız ənənəvi texnologiyalar vasitəsilə məhsulların

əldə olunmasının təkmilləşdirilməsini həyata keçirmir.

BMT-nin ixtisaslaşmış Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatı yeni nəsil məhsulların yaradılmasını tələb edir. Bu məhsullar tarazlaşdırılmış tərkibli aşağı kalorili şəkər, aşağı kalorili yağ miqdarı az faizli olan, dietetik və müalicəvi məqsədlərlə istifadə və rahat hazırlanması üçün nəzərdə tutulmuş qida məhsullardır.

Biz insanlar nəyə güvənirik ?.

Yaxın zaman ərzində artıq Antraktidada qlobal istiləşmə nəticəsində Aysberq buz dağları əriyərək yox olacaq. [5]

Son on il ərzində ekoloji vəziyyət pisləşdiyindən ekologlara İdmançılar da qoşularaq təmiz

planet uğrunda mübarizə aprmağa başladılar. Bir neçə il öncə BMT proqramı çərçivəsində "Last Game" beynəlxalq layihəsinə start verildi. İdmanın xokkey növü üzrə ulduzları və Ekoloji fəallar bir sıra yarış qarşılaşmaları keçirdilər. Bu yarışlar dünyanın qlobal istiləşməyə doğru getməsi şüarı altında keçirilərək məqsəd diqqət cəlb etdi. Finlandiyanın paytaxtı Helsinqdə Xüsusi bir xokkey növü məşhur idi. Bu Xokkeyin xüsusi növü ponte xokkey adlanır. Pond xokkey buz üzərində oynalınan xokkeyinin bir növüdür. Məna və görünüş baxımından ənənəvi buz xokkeyinə bənzəyir. lakin sadələşdirilmiş qaydalara əsasən xokkeyin pond növü təbii su anbarlarının buzlamış gölməçələrin üzərində oynanılır [4]. Ancaq təssüflər olsun ki, bu idman ənənəsi yaxın gələcəkdə məhv ola bilər. Qışların qeyri-adi isti keçməsi səbəbindən yerli su anbarları, çaylat və gölməçələr buzlamır.

2012-ci ildə Helsinq şəhərində yanvar ayından başlayaraq təbii buz üzərində pond xokkey üzrə yarışlar keçirilirdi. Bu qeyri-adi bir xokkey zamanları idi. Lakin hal hazırkı bu günkü dövürdə artıq pond xokkey idman növü üzrə yarışlar keçirmək mümkün deyil. Qlobal istiləşmələr nəticəsində çaylar və gölməçələr nazik buz örtüyü ilə örtülül. Belə bir vəziyyətdə həmin buzların üzərində hokkey oynamaq çox təhlükəlidir. Son vaxtlarda demək olar ki, artıq Helsinq şəhərinə qarlar sulu qarla əvəz olunur. [6]

Müasir atmosfer havasında, demək olar ki, biz Mendeleyevin bütün dövri cədvəlini tapa bilərik. Bu, ilk növbədə zavod və fabriklərdə sənayedə istifadə olunan xammal, ağır metalların duzları, karbon qazı, monooksidlər, zəhərli azot birləşmələri , kükürd, fosfor, xlor və civədən ibarət zəhərli maddələrin olduğu aydın olur. Belə bir şəraitdə məlum olur ki, insan atmosferi gündəlik zəhərləyən maddələrlə nəfəs alır. Məlumdur ki, idmanla məşğul olan hər bir kəsin əsas bacarıqlardan biri düzgün nəfəs almağıdır. Bu, onunla bağlıdır ki, oksigenləşmə prosesi ilk növbədə orqanizmdə metabolik yolların həyata keçirilməsində əsasdır. Bu da öz növbəsində insan sağlamlığının formalaşması üçün əsasdır.

Sənayeləşmiş ölkələrdə, əlverişsiz ekoloji şəraitə malik şəhərlərdə (yüksək günəş radiasiyası, toz fırtınası, duman və s.) havanın çirklənməsinin bədən tərbiyəsi və idmanla məşğul olan insanlara təsirini bilmək xüsusilə vacibdir.

Su və qida tələbləri normalarından fərqli olaraq, oksigen sərfiyyatını azaltmaq mümkün deyil. İnsanların oksigen çatışmazlığından qorunması mexanizmləri yoxdur. İsan orqanizminin hər zaman təmiz havaya ehtiyacı var. [7]

Normal şəraitdə təmiz hava insanın ağciyərlərinə daxil olaraq alveolyar-kapilyar(alveolyar hava ilə kapilyar qan arasında mübadilə) membran vasitəsilə yayılmalı, hemokapilyarları (hemo qana qırmızılıq verən maddə) oksigenlə doydurulmalıdır. Təchiz edilən oksigenin 96%-i orqanizmin əzələ toxumasında ən çox yayılmış mitoxondriya (Mitoxondrilərin əsas funksiyası universal enerji mənbəyi olan ATF sintez etməkdir.) tərəfindən istifadə olunur. Mitoxondriyalar hüceyrənin enerji stansiyalarıdır. Havada oksigenə zəhərli maddələrin normadan artıq qarışması nəticəsində əzələ kütləsinin böyüməsi prosesinin nə dərəcədə olması mübahisəli bir sualdır.

Yuxarıda göstərilən proseslərin hamısı idmanla məşğul olmağı mənasız edir, çünki idman məşqləri zamanı orqanizmin inkişaf hüceyrəsinin əsas strukturu zədələnir. Bu amilləri nəzərə alaraq belə qənaətə gəlmək olar ki, havada zəhərli maddələrin olması insana zərərli təsir göstərir və onun idmanla məşğul olmaq təşəbbüslərini mənasız edir.

Deməli insanın idman fəaliyyətinin əsasını fiziki məşqlər təşkil etsə də, bu fəaliyyət vasitəsilə sağlamlığa nail olmaq çətinləşir. Digər amillərə isə məqsədəuyğun qidalanma, bioritmlər və sağlam həyat tərzinin qorunması daxildir. Sağlamlığın formalaşmasında ən mühüm amillərdən biri olan gündəlik istifadə edilən qidalanma nümunəsindən görmək olar ki, insan həyatının müasir

şəraitində idmanla məşğul olması orqanizmə lazımı qaydada fayda verə bilmir. Havanın fiziki xassələri və keyfiyyəti, atmosferin keyfiyyətli tərkibindən, dəniz səviyyəsindən yüksəklikdə yerləşməsindən, insanların təsərrüfat və sənaye fəaliyyətilə məşğul olmasından aslıdır. Atmosfer səthi natəmiz, çirkli şəhərlərdə böyük beynəlxalq yarışlar keçirilərkən havanın təmizliyi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. [8, 10, 11]

Nəticə və təkliflər:

Beləliklə nəticə olaraq müəyyən edilmişdir ki, bəzi xəstəliklərin profilaktik müalicəsi üçün, respublikamızın ərazisində yetişən ekoloji cəhətdən təmiz, təbii bitki, meyvə, tərəvəz, təbii dağlardan və çaylardan axan su maddələri əsasında hazırlanmış, herodietik vaxtından əvvəl qocalmanın qarşısının alınmasında mühüm rasional qidalanma məhsullarından istifadə etməklə, fiziki hərəkətlərdən gündəlik istifadə olunmasını təklif edirik.

Bununla yanaşı idmanla məşğul olarkən marafon qaçışı, idman yerişi, velosiped və digər yarışlar üçün marşrut hazırlayarkən, magistral nəqliyyat yollarında sanitar gigiyenik qaydalara tələb verən profilaktik tədbirlər görülməlidir: məsələn asfalt yolları səhər və axşam su ilə sulanaraq təmizlənməli, 3-4 gün ərzində ictimai nəqliyyatın hərəkəti məhdudlaşmalı, yaz və payız aylarında nəqliyyat yolların kənarları abadlaşdırılaraq, güllər, ağaclar, kollar əkilməli, qazonlara yaşıl otlar səpilməlsi məsləhət görülür.

Yarış əsasən sənaye müəssisələrindən uzaqda, şəhər kənarında keçirilməlidir. İdmançılar şəhər daxilində və magistral nəqliyyat yollarına yaxın məşq etməməlidirlər. İdmançıların məşqləri meşə və parklarda, stadionda keçirilməlidir. Velosipedçilər isə şəhər kənarında səhər tezdən velosipedlə yarışlara hazırlaşmalıdırlar. Müasir şəraitdə əmək fəaliyyətini sadələşdirən müxtəlif telefon və kompüterlərin meydana çıxması ilə əhalinin fiziki aktivliyində güclü azalma müşahidə olunur. [9]

Bu cür həyat tərzi insanların fiziki hərəkət fəaliyyətlərinin azalmasına gətirib çıxarır. Enerji sərfiyyatı olmadıqda insanların fəaliyyətində uyğunsuzluq meydana gəlir sümük, əzələ, ürək-damar, tənəffüs sistemi və həmçinin maddələr mübadiləsinin pisləşməsi müsahidə olunur.

Yuxarıda göstərilənlərin hamısından belə nəticəyə gələ bilərik ki, insanın idman fəaliyyəti onun fiziki sağlamlığını müəyyən etmir. Qlobal mənada insan sağlamlığı ilk növbədə ətraf mühitin vəziyyətindən təsirlənir, çünki ətraf mühit amilləri bir insanın sağlamlığının formalaşmasına səbəb olduğu orqamizmin metabolik reaksiyalarının gedişatını təyin edən şərtlərdir

Ədəbiyyat

1.Ибрагимов, А. Т. Влияние экологических факторов при занятиях физической культурой и спортом-Москва Молодой ученый. — 2015

2.Здоровый человек и его окружение.М.М.Андреевич Москва-2021, Учебники для вузов.

3.Юрий Сычугов: Гигиена и экология человека с практикумом. Учебник, Москва-2023.

4.Дон Колберт: Опасное неведение. Как сохранить и приумножить здоровье в техногенном мире Москва-2011

5.Уилл Маккаллум: Как отказаться от пластика: руководство по спасению мира. (Британия)-Москва-2019,

6. Илья Ободовский: Влияние радиации на здоровье человека. Москва-2018.

7. Бобенко Г.А., Погрибный И.Н. // Вопросы онкологии. 1996. №1.

8. Кудряшева А. А. Человек на пороге XXI века “Пищевая промышленность”. 1999. №3.

9.Лазарев М.И. Заповедь медиков – не вреди – становится актуальной и для пищевой промышленности 1999. № 3

10. Abbasov V.M., Əmirli F.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Z.V., Quliyeva N.R. Qida kimyası. Dərslik. Bakı: Elm, 2023, 260 s.
11. Abbasov V.M., Qurbanov S.H., Əskərov V.E., Yusibov Y.Ə., Hacıyeva S.R., Əzizov R.E., Qasımov E.E., Əmirli F.Ə., Məmmədxanova S.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Ü.V., Məmmədli E.M. Qlobal ekoloji problemlər: səbəblər, həlli yolları, "yaşıl" enerji. Bakı: "Elm", 2024, - 606 s.

THE EFFECT OF FOOD AND ENVIRONMENT ON THE HEALTH OF ATHLETES AS A RESULT OF CLIMATE CHANGE RELATED TO ENVIRONMENTAL POLLUTION

Eldar Mukhtarli [1], Gunel Mammadova [2]
[1]Ministry of Youth and Sports of the Republic of Azerbaijan Azerbaijan Sports Academy
[2]Humanities department of the Faculty of Education Mingachevir State University
[1]Teacher, https://orcid.org/0000-0001-6894-3214,eldar.mukhtarli@sport.edu.az
[2]Teacher, https://orcid.org/0000-0003-0153-73478,gunel.islamova1981@gmail.com

ABSTRACT
Climate change, Pollution in the article Information is provided on habitat and biodiversity loss, ocean conservation, water scarcity, food security, diseases, and more.Today, 2.5 billion people on Earth (which can be considered as half of the planet's population) suffer from diseases due to water scarcity, environmental pollution, and unsanitary conditions in healthcare institutions that do not meet standards. According to data from the Food Security Institute of the World Academy of Sciences (TWAS), located in the city of Trieste, Italy, half of the world's population is trying to improve their dietary habits. The situation in East African countries is also concerning. Countries such as the Democratic Republic of Congo, Cameroon, Kenya, Nigeria, and Somalia, among others, are struggling with food shortages. In total, over 346 million people in Africa suffer from water scarcity and food insecurity. The situation is alarming. Due to chronic hunger and unfavorable environmental factors, in many African countries like Congo, Kenya, and Somalia, nearly 20% of middle school students are considered healthy. Chronic hunger leads to numerous health issues, as inadequate sanitation, poor hygiene, and unsafe food under the influence of an undesirable environment cause various diseases in the body.
In the 21st century, the rapid development of science and technology, environmental pollution, the growth of cities, and the migration of populations to urban areas due to socio-economic development have posed a threat to human nutrition. Although the daily diet of each person may be more delicious and flavorful in terms of taste, it is less balanced in terms of its composition, containing fewer vitamins.
The human body is constantly influenced by changing weather conditions. Functional changes occur in the human body as a result of changes in weather conditions. For example, functional disorders of heart and blood vessel activity, and so on.
Substances that pollute the air, such as metals and organic compounds, gradually accumulate until their concentration reaches a certain level. As a result, they negatively affect the human body through mechanisms that impact health.
Other chemical compounds, such as carbon monoxide, may not possess characteristics like sedimentation or residues. However, even in relatively small doses, they can cause cardiovascular diseases and lead to disruptions in psychomotor reactions. One of the diseases caused by the pollution of the atmosphere with toxic gases is lung emphysema (Emphysema is a disease characterized by an increase in lung airiness, reduced elasticity of lung tissue, and disturbances in ventilation and blood circulation). The spread of emphysema as a chronic disease can lead to numerous complications, causing an increase in death rates among individuals with weak health.
The environmental situation around the world is deteriorating every day under the influence of natural and anthropogenic factors. It affects people's health negatively and leads to decreased life expectancy. The article examines the impact of the environment on human's physical health and identifies the role of

environmental factors in this process. The survey identifies the components of the environment that most significantly affect human health; the impact of the natural environment on sports activities in general and the human body in sports in urban settings is analyzed. The current state of atmospheric air and the possibility of conducting a full healthy lifestyle in modern realities are evaluated. The students' opinion of the environmental impact on human health is being studied.

Keywords: Climate change, pollution, habitat and biodiversity loss, water scarcity, food security, disease.

ВЛИЯНИЕ ПИТАНИЯ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ СПОРТСМЕНОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА, СВЯЗАННОГО С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Эльдар Мухтарлы[1], Гюнель Мамедова[2]

[1]Министерство Молодежи и Спорта Азербайджанской Республики Азербайджанская Спортивная Академия
[2]Мингячевирский Государственный Университет
[1]Преподаватель, https://orcid.org/0000-0001-6894-3214,eldar.mukhtarli@sport.edu.az
[2]Преподаватель, https://orcid.org/0000-0003-0153-73478,gunel.islamova1981@gmail.com

Резюме
В статье рассматривается быстрый рост науки и технологий в XXI веке, загрязнение окружающей среды, рост городов и приток населения в города в связи с социально-экономическим развитием, что влияет на питание человека. Несмотря на то, что ежедневный рацион каждого человека может быть более вкусным и аппетитным, он содержит меньше сбалансированных витаминов. Организм человека зависит от постоянно меняющихся погодных условий. Изменения погоды приводят к функциональным изменениям в организме человека, например, нарушениям работы сердечно-сосудистой системы и т. д.
Количество глобальных проблем продолжает расти. Обществу нужны решатели проблем, которые могут работать в многокомандных группах и решать сложные задачи с помощью креативных и инновационных методов. Бесчеловечное воздействие человека на природу, загрязнение окружающей среды и разрушение экосистемы из-за пластиковой упаковки, глобальное изменение климата. Все эти проблемы привели к острому кризису для человечества.

Ключевые слова: Изменение климата, загрязнение, утрата среды обитания и биоразнообразия, нехватка воды, продовольственная безопасность, болезни.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1063

GREEN ENERGY TRANSITION: SOLAR AND WIND RESOURCES' ENVIRONMENTAL IMPACTS

Ulviyya Mammadova[1], Ashraf Mohamed Hemeida[2], Ismayil Bagirov[3]

[1] AR MSE, Institute of Soil Science and Agrochemistry, Soil Ecology Department, Azerbaijan
[1] AR AM, Research Institute of Fruit and Tea Growing, Plant Protection Department, Baku, Azerbaijan
[2] Aswan University, Faculty of Energy Engineering, Aswan, Egypt
[3] Lankaran State University, Biology and Ecology Department, Azerbaijan
[1]https://orcid.org/0000-0003-4887-3831[1],um.mammadova@gmail.com
[2]https://orcid.org/0000-0002-1418-1215[2],ahemeida@yahoo.com,

ABSTRACT

The global transition to green energy is accelerating as nations seek to reduce carbon emissions and mitigate climate change. Among renewable energy sources, solar and wind power stand out for their sustainability and scalability. However, the large-scale deployment of these technologies comes with environmental challenges that require careful evaluation. This study explores the environmental impacts of solar and wind energy, emphasizing both their benefits and potential drawbacks. Solar energy, harnessed through photovoltaic (PV) panels and concentrated solar power (CSP) systems, significantly reduces dependence on fossil fuels. It contributes to a cleaner atmosphere by lowering greenhouse gas emissions. However, the manufacturing and disposal of solar panels generate environmental concerns, including resource extraction, water usage, and electronic waste accumulation. Additionally, large solar farms can alter land use, impacting ecosystems and biodiversity. Wind energy is another vital component of the green transition, providing a renewable and low-carbon electricity source. Wind turbines have minimal direct emissions, but their production, transportation, and installation require energy-intensive processes. One of the primary environmental concerns associated with wind farms is their impact on wildlife, particularly bird and bat populations. Additionally, the land use requirements for large wind farms can disrupt local ecosystems, although repurposing agricultural or offshore locations helps mitigate this issue. Despite these challenges, technological advancements and improved regulatory frameworks are addressing environmental concerns. Sustainable material sourcing, recycling initiatives, and innovative land-use strategies contribute to reducing the ecological footprint of solar and wind energy. Life cycle assessments indicate that the long-term environmental benefits of these technologies far outweigh their initial impacts, making them crucial for achieving a sustainable energy future. This study highlights the need for balanced strategies that maximize the benefits of renewable energy while minimizing ecological disruptions. A holistic approach, incorporating policy support, technological improvements, and ecological safeguards, will ensure that solar and wind energy play a leading role in the global green energy transition.

Keywords: *Renewable Energy, Environmental Impact, Solar Power, Wind Energy, Sustainability.*

INTRODUCTION

The transition to green energy is a critical step in mitigating climate change and reducing dependence on fossil fuels. Among renewable energy sources [1], solar and wind power play a dominant role in providing clean and sustainable alternatives to conventional energy production. These resources offer significant environmental benefits, including reduced greenhouse gas emissions, lower air pollution, and enhanced energy security. Solar energy harnesses sunlight through photovoltaic (PV) panels and concentrated solar power (CSP) systems, converting it into electricity with minimal carbon emissions. Similarly, wind energy captures kinetic energy from wind currents using turbines, generating power without burning fossil fuels [1, 2]. The integration of energy storage solutions enhances the reliability and efficiency of renewable power systems. Future advancements in green energy infrastructure will play a crucial role in minimizing environmental trade-offs while maximizing sustainability.

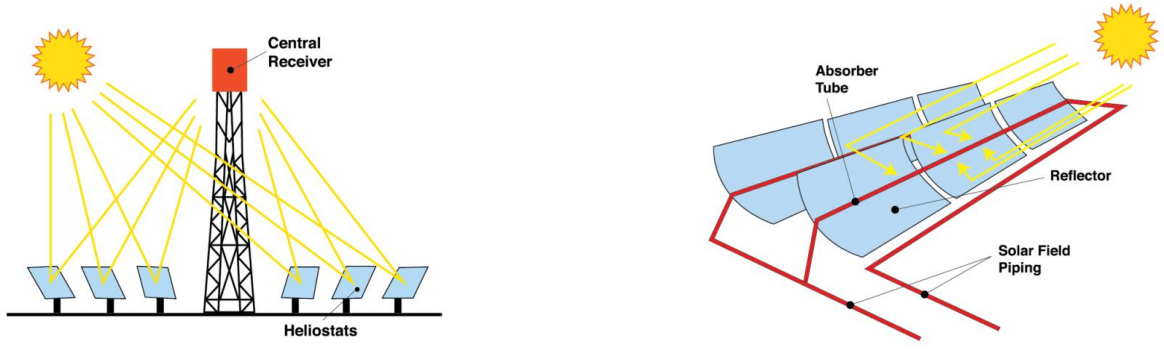
The study aims to evaluate the environmental impacts of solar and wind energy resources, identifying both their benefits and challenges while exploring strategies to enhance sustainability and minimize ecological risks.

Objective of the study are follows:

- Assess the environmental impacts of solar and wind energy, including land use, resource consumption, and biodiversity effects;
- Identify and analyze strategies to mitigate the negative ecological effects associated with solar and wind energy systems;
- Provide recommendations for enhancing the sustainability of renewable energy technologies through improved design, resource management, and waste reduction.

Research Object and Material

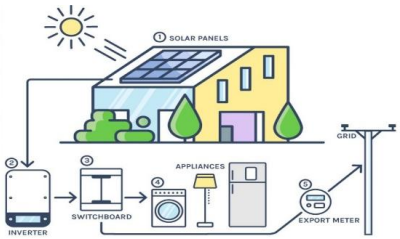
This study examines the environmental impacts [1-3] of solar and wind energy, focusing on their sustainability, resource consumption, and ecological footprint. While these renewable energy sources are widely regarded as essential for reducing carbon emissions and mitigating climate change, their large-scale deployment presents various environmental challenges. The research aims to assess how solar and wind energy systems interact with natural ecosystems, biodiversity, and land use. Additionally, it explores strategies to minimize their negative effects while enhancing their efficiency and sustainability. Solar energy technologies primarily consist of photovoltaic (PV) panels and concentrated solar power (CSP) systems.



Solar Tower Power ***Parabolic Through Concentrator***

Figure 2. CSP systems and their Functions

PV panels directly convert sunlight into electricity, while Concentrated Solar Power (CSP) systems [4,5] generate thermal energy to produce power. Both technologies play a key role in reducing reliance on fossil fuels and lowering greenhouse gas emissions, offering significant environmental benefits. However, their production, use, and disposal raise important concerns. The manufacturing of PV panels requires raw materials like silicon, cadmium, tellurium, and silver [6], whose extraction can lead to habitat destruction, excessive water use, and pollution. Additionally, the disposal of these panels at the end of their life cycle poses challenges in terms of recycling and environmental impact. CSP systems, on the other hand, demand large tracts of land and substantial water resources, which can affect local ecosystems and biodiversity. While both technologies contribute to clean energy generation, addressing these environmental issues is crucial for ensuring their long-term sustainability.



Scheme of the Electricity Circle



PV on the House in Open Air

Figure 2. Working regime of PV and Electricity Circle.

Furthermore, end-of-life disposal of solar panels presents a growing challenge due to electronic waste accumulation. Large-scale solar farms also alter land use, potentially affecting soil quality, vegetation, and local wildlife. Wind energy, harnessed through onshore and offshore wind turbines, provides another critical component of the green energy transition. While wind turbines produce no direct emissions during operation, their production, transportation, and installation involve energy-intensive processes. One major ecological concern [4-6] is their impact on bird and bat populations, especially when wind farms are located along migration routes. The noise generated by wind turbines can also affect nearby wildlife. Moreover, wind farms require significant land or offshore space, which can lead to habitat disruption. However, repurposing degraded lands or installing turbines in offshore locations helps mitigate these issues. The research relies on various materials, including scientific literature, environmental reports, and case studies of existing solar and wind energy projects. Life cycle assessments (LCA) are used to analyze the total environmental impact of these technologies, from raw material extraction to decommissioning.



Vertical Wind Turibine



Horizontal Wind Turubine

Additionally, data on emissions reduction, land use changes, and resource efficiency are examined. Regulatory policies [7] and technological innovations aimed at improving the environmental performance of renewable energy systems are also reviewed. To address the challenges associated with solar and wind energy, various mitigation strategies are explored. Sustainable material sourcing, improved recycling methods, and innovations in panel and turbine design contribute to minimizing their ecological footprint. For example, advancements in solar panel recycling technologies can reduce waste generation, while bird-friendly wind turbine designs help decrease avian mortality rates [8]. Land-use optimization strategies, such as agrivoltaics—where solar panels coexist with agricultural activities-offer solutions for reducing environmental conflicts. For the objectives outlined in the study, the relevant methodologies have been used.

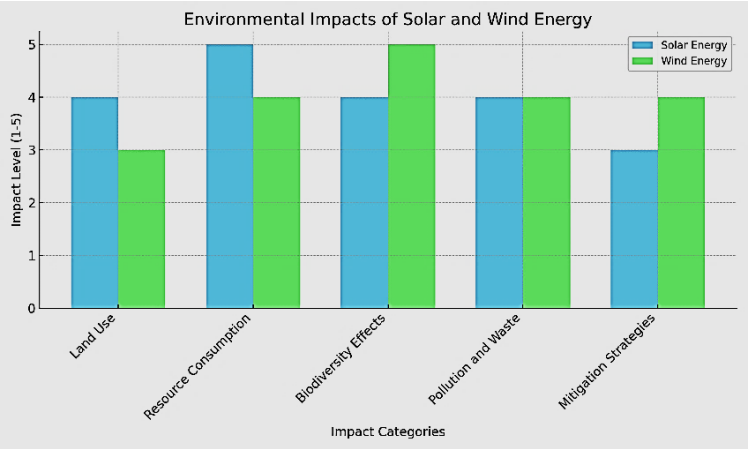
- **Environmental Impact Assessment (EIA) for Solar and Wind Energy:** Conduct a comprehensive EIA to assess the land use, resource consumption, and biodiversity effects of solar and wind energy systems;
- **Development of Mitigation Strategies:** Identify and evaluate strategies to mitigate the negative ecological effects of solar and wind energy systems;
- **Resource Management and Waste Reduction Techniques:** Propose improved resource management practices, including the use of sustainable materials for the production of renewable energy technologies (e.g., eco-friendly solar panel materials, recyclable turbine components);
- **Sustainable Design and Innovation:** Investigate the potential for innovative design approaches that increase the efficiency and reduce the ecological footprint of renewable energy systems.

Results and Discussion

The study focused on assessing the environmental impacts of solar and wind energy systems, considering land use, resource consumption, and biodiversity effects [1-5]. It also explored strategies for mitigating negative ecological impacts and provided recommendations to enhance sustainability. Solar and wind energy contribute to reducing greenhouse gas emissions but have land-use and resource consumption challenges. Solar farms require large land areas, which can disturb habitats. Wind turbines, though less land-intensive, can harm bird populations.

The environmental impacts of solar and wind energy [4-10] include significant land use, especially for large-scale solar installations that may disrupt local habitats. Wind energy, while requiring less land, can negatively affect bird and bat populations due to turbine collisions. The production of both energy systems involves the extraction of raw materials, such as silicon, rare earth elements, and metals, contributing to resource depletion and pollution. Additionally, improper siting of solar and wind farms [7-9] can harm biodiversity by disturbing sensitive ecosystems. To mitigate these impacts, careful planning, efficient resource management, and biodiversity protection measures are crucial.

To reduce the negative ecological impacts of solar and wind energy systems, choosing appropriate sites is essential to avoid disrupting sensitive ecosystems. Combining solar power with agriculture [3-8], through methods like agrivoltaics, can help minimize land use issues while benefiting biodiversity. Implementing bird-friendly wind turbine designs and positioning wind farms away from migratory paths can reduce harm to wildlife.



Recycling the materials used in both solar panels and wind turbines can lessen resource depletion and waste. Ongoing environmental monitoring and adaptive management approaches are also important to detect and address potential ecological problems throughout the lifespan of these systems.

Table 1. Mitigation Strategies for Reducing Ecological Impacts of Solar and Wind Energy Systems

Mitigation Strategy	Solar Energy	Wind Energy	Environmental Impact Addressed
Site Selection	Careful placement to avoid sensitive ecosystems such as wetlands and wildlife habitats.	Choosing locations away from migratory bird routes and habitats to minimize fatalities.	Reduces habitat destruction and wildlife disruption.
Agrivoltaics	Installing solar panels on agricultural land to combine farming with solar energy production, promoting land-use efficiency.	N/A	Reduces land-use conflicts and supports biodiversity.
Bird and Bat-Friendly Designs	N/A	Designing wind turbines with features like slower blade speeds and visibility markers to reduce bird and bat collisions.	Reduces wildlife fatalities and disturbance.
Recycling and Reuse	Using recyclable materials for solar panels and developing better recycling methods for end-of-life panels.	Recycling rare earth materials from wind turbine blades and other components.	Mitigates resource depletion and reduces waste.
Ecological Monitoring	Ongoing monitoring of ecosystems near solar farms to detect changes in local flora and fauna.	Continuous monitoring of bird and bat populations near wind farms to assess impacts.	Helps detect early ecological impacts and supports adaptive management.
Adaptive Management	Adjusting panel orientation and farm layouts to reduce impacts on local biodiversity.	Modifying turbine operations during peak migration seasons to avoid wildlife conflicts.	Ensures a responsive approach to mitigating ecological risks.
Sustainable Material Use	Utilizing materials with a lower environmental footprint, such as eco-friendly silicon and reducing hazardous substances.	Using sustainable materials and improving the life-cycle sustainability of turbine components.	Reduces pollution and resource consumption during manufacturing.

The table outlines various strategies that can be adopted to mitigate the negative ecological impacts of solar and wind energy systems, addressing key environmental concerns such as land use, resource depletion, and biodiversity. The solar and wind energy potential in various regions of Azerbaijan shows significant variability. Regions such as Baku, Ganja, Lankaran, and Sheki have high solar energy potential, with Sheki and Ganja having the best solar radiation levels. The annual average solar energy potential ranges between 2,000 and 2,200 kWh/m². Wind energy potential also varies across the country, with average wind speeds generally around 4 m/s. Coastal areas like Baku and Lankaran are more favorable for wind energy generation. Overall, Azerbaijan's solar and wind energy potential offers significant opportunities for clean energy production. Developing these renewable energy sources is crucial for combating climate change and ensuring energy independence.

Table 2. Annual Average Solar and Wind Energy Potential in Four Regions of Azerbaijan.

Region	Solar Energy Potential (kWh/m²/day)	Orta Aylıq Solar (kWh/m²)	Orta İllik Solar (kWh/m²)	Orta Günlük Solar (kWh/m²)	Wind Energy Potential (m/s)	Orta Aylıq Wind (m/s)	Orta İllik Wind (m/s)	Orta Günlük Wind (m/s)
Bakı	5.5	165.0	2,007.5	5.5	4.2	4.2	4.2	4.2
Gəncə	6.0	180.0	2,190.0	6.0	3.8	3.8	3.8	3.8
Lənkəran	5.8	174.0	2,107.0	5.8	4.5	4.5	4.5	4.5
Şəki	6.1	183.0	2,226.5	6.1	4.0	4.0	4.0	4.0

Solar and wind energy offer significant ecological advantages by reducing greenhouse gas emissions and conserving natural resources, as they rely on renewable sources. They have minimal water usage compared to conventional power plants, helping preserve local water resources. Additionally, solar and wind energy systems cause less habitat destruction and support biodiversity by reducing the negative impacts of traditional fossil fuel extraction. Overall, these energy sources promote long-term environmental sustainability and reduce ecological damage in Azerbaijan.

Conclusion

In conclusion, solar and wind energy present viable solutions for reducing environmental impacts in Azerbaijan by utilizing renewable resources. These energy sources contribute to lowering carbon emissions, conserving water, and minimizing land use compared to traditional energy systems. By adopting these technologies, Azerbaijan can significantly enhance its sustainability efforts and reduce ecological harm. Therefore, investing in renewable energy is crucial for a cleaner, more sustainable future.

Acknowledgment

The investigation has been carried out due to the international environmental protocols, such as the Paris Agreement and the Kyoto Protocol.

References

1. Breyer, C., & Gerlach, A. (2019). *Global electricity market and environmental impacts of*

renewable energy. Renewable Energy, 134, 1064-1075. https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.11.004
2. Fthenakis, V., & Kim, H. C. (2010). *Photovoltaics: Life-cycle analyses*. Solar Energy, 84(6), 1485-1498. https://doi.org/10.1016/j.solener.2010.03.002
3. International Energy Agency (IEA). (2020). *World Energy Outlook 2020*. IEA Publications.
4. Kaldellis, J. K., & Kavadias, K. A. (2012). *Environmental impact assessment of wind energy systems in Greece: A case study*. Energy Policy, 44, 239-249. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.01.023
5. Lu, X., & Shi, L. (2019). *Comparative study of the environmental impact of solar and wind energy systems: The case of China*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 113, 109253. https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109253
6. Mammadova U.F. (2021). Efficiency of solar energy application for stopping deforestation. THERMAM International Conferece Rostock, Germany, 2021/9. vol. 10, no. 1. pp.46. https://www.ltt.uni-rostock.de/storages/uni-rostock/Alle_MSF/LTT/Thermam/Abstract_Book_THERMAM_2021.pdf
7. Mammadova. U.F., (2012). Renewable Energy Sources Application for Forest Soils Safety. Scientific & Academic Publishing, USA 2012. ISBN: 978-0-9838996-4-8. 158 p. http://www.sapub.org/book/978-0-9838996-4-8.html
8. Masahiro Furukakoi, Akito Nakadomari, Akie Uehara, Narayanan Krishnan, Ashraf M Hemeida, Tomonobu Senjyu. Optimization of PV and Battery Systems in University Campuses: A Combined Planning and Operation Approach under Uncertainties. Energy and Buildings. vol 335 (4), pp.115-512https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2025.115512Möller, M., & Reuter, J. (2014). *Environmental effects of wind power installations on ecosystems: An overview*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 33, 125-138. https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.02.017
9. REN21 (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century). (2020). *Renewables 2020 Global Status Report*. REN21 Secretariat.
10. Abbasov V.M., Qurbanov S.H., Əskərov V.E., Yusibov Y.Ə., Hacıyeva S.R., Əzizov R.E., Qasımov E.E., Əmirli F.Ə., Məmmədxanova S.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Ü.V., Məmmədli E.M. Qlobal ekoloji problemlər: səbəblər, həlli yolları, "yaşıl" enerji. Bakı: "Elm", 2024, 606 s.

Yaşıl Enerji Keçidi: Günəş və Külək Enerji Mənbələrinin Ətraf Mühitə Təsirləri

Ulviyyə Məmmədova[1], Əşrəf Məhəmməd Hemeidə[2], İsmayıl Bağırov[3]
[1] AR KTN, Torpaqşünaslıq və Aqrokimya İnstitutu, Torpaq Ekologiyası şöbəsi, Azərbaycan
[1] AR KTN, Meyvəçilik və Çayçılıq Elmi-Tədqiqat İnstitutu, Bitki Mühafizəsi şöbəsi, Bakı, Azərbaycan
[2] Əsuan Universiteti, Enerji Mühəndisliyi Fakültəsi, Əsuan, Misir
[3] Lənkəran Dövlət Universiteti, Biologiya və Ekologiya kafedrası, Azərbaycan
[1]https://orcid.org/0000-0003-4887-3831, um.mammadova@gmail.com
[2]https://orcid.org/0000-0002-1418-1215, ahemeida@yahoo.com

XÜLASƏ
Qlobal yaşıl enerji keçidi sürətlənməkdədir və dövlətlər karbon emissiyalarını azaltmaq, iqlim

dəyişikliyinin qarşısını almaq məqsədilə bu sahəyə yönəlmişdir. Bərpa olunan enerji mənbələri arasında günəş və külək enerjisi davamlılığı və geniş tətbiq imkanları ilə seçilir. Lakin bu texnologiyaların geniş miqyasda tətbiqi ətraf mühitə müəyyən təsirlər göstərir və bu təsirlər diqqətlə qiymətləndirilməlidir.
Bu araşdırmada günəş və külək enerjisinin ətraf mühitə təsirləri təhlil edilir, onların həm müsbət, həm də potensial mənfi tərəfləri vurğulanır. Günəş enerjisi fotovoltaik (PV) panellər və konsentrləşdirilmiş günəş enerjisi (CSP) sistemləri vasitəsilə əldə edilir və fosil yanacaqlardan asılılığı əhəmiyyətli dərəcədə azaldır. Bu, istixana qazı emissiyalarının azalmasına səbəb olmaqla atmosferin təmizlənməsinə töhfə verir. Bununla belə, günəş panellərinin istehsalı və utilizasiyası zamanı resursların çıxarılması, su ehtiyatlarının istifadəsi və elektron tullantıların toplanması kimi ətraf mühit problemləri ortaya çıxır. Eyni zamanda, geniş günəş enerjisi sahələri torpaq istifadəsində dəyişikliklərə səbəb ola bilər ki, bu da ekosistemlərə və bioloji müxtəlifliyə mənfi təsir göstərə bilər.
Külək enerjisi də yaşıl enerji keçidinin mühüm tərkib hissəsidir və aşağı karbon emissiyalı, bərpa olunan elektrik mənbəyidir. Külək turbinlərinin işləməsi zamanı birbaşa emissiyalar minimum səviyyədə olsa da, onların istehsalı, daşınması və quraşdırılması enerji baxımından intensiv proseslər tələb edir. Külək elektrik stansiyalarının ətraf mühitə təsirləri arasında vəhşi təbiətə, xüsusilə quş və yarasa populyasiyalarına mənfi təsir xüsusi qeyd olunur. Bundan əlavə, geniş sahələr tələb edən külək stansiyaları yerli ekosistemləri poza bilər. Lakin kənd təsərrüfatı ərazilərinin və ya dəniz sahələrinin təkrar istifadəsi bu təsirləri azalda bilər.
Bütün bu çağırışlara baxmayaraq, texnoloji inkişaflar və təkmilləşdirilmiş normativ çərçivələr ətraf mühitlə bağlı narahatlıqları azaltmağa yönəlib. Davamlı materialların əldə olunması, təkrar emal təşəbbüsləri və innovativ torpaq istifadə strategiyaları günəş və külək enerjisinin ekoloji izinin azaldılmasına töhfə verir. Həyat dövrü üzrə qiymətləndirmələr göstərir ki, bu texnologiyaların uzunmüddətli ekoloji üstünlükləri ilkin təsirlərindən qat-qat üstündür və bu, onların dayanıqlı enerji gələcəyi üçün əhəmiyyətini artırır.
Bu araşdırma bərpa olunan enerjinin faydalarının maksimuma çatdırılması və ekoloji təsirlərin minimuma endirilməsi üçün balanslaşdırılmış yanaşmaların zəruriliyini vurğulayır. Siyasət dəstəyi, texnoloji yeniliklər və ekoloji təhlükəsizlik tədbirlərinin birgə tətbiqi günəş və külək enerjisinin qlobal yaşıl enerji keçidində aparıcı rol oynamasını təmin edəcəkdir.

Açar sözlər: Bərpa olunan enerji, Ətraf mühitə təsir, Günəş enerjisi, Külək enerjisi, Davamlılıq.

Переход к зелёной энергетике: экологическое воздействие солнечных и ветровых источников энергии

Ульвия Мамедова[1], Ашраф Махаммад Хемейда[2], Исмаил Багиров[3]

[1] Министерство сельского хозяйства Азербайджанской Республики, Институт почвоведения и агрохимии, Отдел экологии почв, Азербайджан

[1] Министерство сельского хозяйства Азербайджанской Республики, Научно-исследовательский институт плодоводства и чаеводства, Отдел защиты растений, Баку, Азербайджан

[2] Асуанский университет, факультет энергетики, Асуан, Египет

[3] Ленкоранский государственный университет, кафедра биологии и экологии, Азербайджан

[1]https://orcid.org/0000-0003-4887-3831, um.mammadova@gmail.com

[2]https://orcid.org/0000-0002-1418-1215, ahemeida@yahoo.com

РЕЗЮМЕ

Глобальный переход к зелёной энергетике набирает обороты, и государства сосредотачивают усилия на снижении выбросов углерода и предотвращении климатических изменений. Среди возобновляемых источников энергии солнечная и ветровая энергия выделяются своей устойчивостью и широкими возможностями применения. Тем не менее, масштабное внедрение этих технологий оказывает определённое воздействие на окружающую среду, что требует тщательной оценки.В данном исследовании анализируются экологические последствия использования солнечной и ветровой энергии, подчёркиваются как их положительные, так и потенциально отрицательные стороны. Солнечная энергия вырабатывается с использованием фотоэлектрических (PV) панелей и систем концентрированной солнечной энергии (CSP), что значительно снижает зависимость от ископаемого топлива. Это способствует уменьшению выбросов парниковых газов и улучшению качества атмосферы. Однако на этапах производства и утилизации солнечных панелей возникают экологические проблемы, связанные с добычей ресурсов, использованием водных запасов и накоплением электронных отходов. Кроме того, крупномасштабные солнечные фермы могут вызывать изменения в землепользовании, оказывая негативное влияние на экосистемы и биологическое разнообразие.Ветровая энергия также является ключевым компонентом зелёного энергетического перехода и представляет собой низкоуглеродный, возобновляемый источник электроэнергии. Хотя прямые выбросы в процессе эксплуатации ветряных турбин минимальны, их производство, транспортировка и установка требуют значительных энергетических затрат. Среди экологических последствий ветровых электростанций особо отмечается их негативное влияние на дикую природу, особенно на популяции птиц и летучих мышей. Кроме того, крупные ветряные установки, занимающие значительные площади, могут нарушать локальные экосистемы. Тем не менее, повторное использование сельскохозяйственных или морских территорий может смягчить эти последствия. Несмотря на указанные вызовы, технологические достижения и усовершенствованные нормативные рамки направлены на снижение экологических рисков. Использование устойчивых материалов, инициативы по переработке и инновационные стратегии землепользования способствуют снижению экологического следа солнечной и ветровой энергетики. Оценки жизненного цикла показывают, что долгосрочные экологические преимущества этих технологий значительно превышают их первоначальные воздействия, подчёркивая их важность для устойчивого энергетического будущего.Данное исследование подчёркивает необходимость сбалансированных подходов, направленных на максимизацию преимуществ возобновляемой энергетики и минимизацию её воздействия на окружающую среду. Сочетание политической поддержки, технологических инноваций и мер экологической безопасности обеспечит ведущую роль солнечной и ветровой энергетики в глобальном переходе к зелёной экономике.

Ключевые слова: *возобновляемая энергия, воздействие на окружающую среду, солнечная энергия, ветровая энергия, устойчивость.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1072

THE IMPACT OF HEALTHY NUTRITION IN HUMAN LIFE, IRREVERSIBLE ROLE

Aytan R. Valiyeva[1], Tamilla H. Karimova[2]

Odlar Yurdu University, Faculty of Natural Sciences and Technology, Baku, Azerbaijan
[1] Teacher, https://orcid.org/0009-0008-4387-840X, ayten.mammadova99@gmail.com
[2] http://orcid.org/0000-0000-0000-0000, tamillahafiz1968@gmail.com

ABSTRACT

Nutrition is essential for human growth, development and a long, healthy and productive life.
Essential nutrients must be consumed in sufficient quantities and used in the body. It has been scientifically proven that if these elements are not consumed, or if they are consumed too little or too much, growth and development are delayed, and health problems arise. The basis of health is the need for balanced nutrition, which is considered an important factor for the growth and development of the body, its proper functioning, and its resistance to external factors and diseases. Foods necessary for the growth of the body, proper tissue repair and function. "Adequate and balanced nutrition" means that each of these elements is consumed in sufficient quantities and used properly in the body. If foods do not meet the energy requirements, if they cannot provide enough energy, a state of "malnutrition" arises.
Even if a person eats enough, not making the right choices is also considered a criterion for poor nutrition.
If we present the method, sometimes we cannot get some of the nutrients. This means that when these foods cannot perform their function in the body and cause health problems, an "imbalanced diet" is formed.
There are more than 40 nutrients that a person needs and are contained in foods. The composition of nutrients is divided into 6 groups according to their chemical structure and effect on the body. These are; proteins, fats, carbohydrates, minerals, vitamins and water.
When talking about what Healthy Eating for Life means, we can consider the Food Pyramid guide for daily food choices for adults:
If we look at adolescents and children over five years of age, a variety of nutritious foods will provide you with the energy and nutrients you need every day to feel good and have more energy.
To maintain a healthy weight, adults and children need at least 30 minutes of moderate activity a day, 5 days a week, or 150 minutes of active lifestyle a week. Children should be moderately active and be active for at least 60 minutes every day. Examples of these include any activity that significantly strains you without doing anything more than moderate activity that gets your heart rate up a bit and makes you feel short of breath. You should stay at least 10 mph when walking and cycling.

Keywords: Health, nutrition, vitamins, food pyramid, energy, nutrients..

INTRODUCTION

The Food Pyramid is a guide that shows how much food you should eat from each food

group to get a healthy, balanced diet.

The shape of the Food Pyramid shows the types of food and drinks that people should eat more of. It is divided into six sections and presents the different nutrients and energy needed for good health in different ways.

A healthy diet means eating the right amount of food from each section.

Many foods, such as pizza, casseroles, pasta dishes, and sandwiches, are a combination of food groups. For these types of foods, you just need to identify the main ingredients and find out how they fit into the layers of the Food Pyramid.[3]

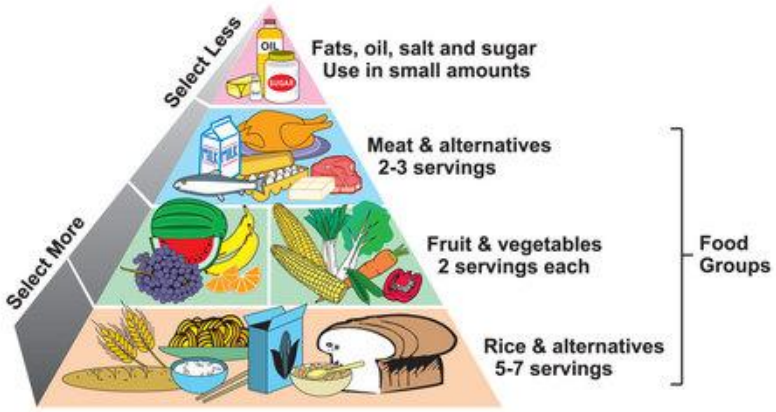


Figure 1. Food pyramid

The Food Pyramid guide is suitable for children aged 5 and over, teenagers and anyone who is both a healthy weight and overweight. Irish people help and advise two in three overweight and obese adults to achieve a healthy weight.

At the bottom of the Food Pyramid are wholegrain cereals and breads, potatoes, pasta and rice.

The foods on this shelf are those that provide the best energy for our bodies to function. Energy needs change throughout our lives and this shelf includes a wide range of other foods. To make sure you are getting the right result, you should also pay attention to the daily serving guide on the opposite page:

- age
- whether you are male or female
- whether you are active or inactive
- whether you are healthy or overweight.

You may be surprised at the number of servings you can get from this shelf. It may seem like a lot, but instead of the unhealthy foods on the top shelf, the foods at the bottom are more likely to provide energy.[6] Foods and drinks high in fat, sugar, and salt make up the lowest shelf and are at the top of the Food Pyramid, so people should choose very little of these - not every day, but once or twice a week at most. They are not considered essential for health and can contribute to weight gain and obesity. It is recommended to drink at least 8 glasses of fluids a day, and water is the best.

Purpose

A number of studies are being conducted in connection with the solution of the problem. A

number of topics are used to describe the negative effects of alcohol, drugs and alcohol on your body:

The main purpose of this article is to provide the user with the necessary information and skills to prevent unnecessary effects.

The main goal of healthy nutrition is to maintain both physical and mental health and improve the quality of life by meeting the needs of the body. This is possible not only by consuming the right amount of energy, but also by consuming the necessary nutrients - vitamins, minerals, proteins, fats and carbohydrates in a balanced way.

Healthy nutrition also plays an important role in preventing diseases. For example, it can reduce the risk of cardiovascular diseases, diabetes and obesity. In addition, proper nutrition helps a person to be energetic and productive, strengthen the immune system and improve overall mood.[7]

The main goal of the approach to alcoholic beverages is to protect people's health and prevent the harm caused by excessive or irresponsible use of these beverages. These harms include both physical and psychological health issues, such as liver disease, cardiovascular problems, addiction, and emotional imbalance.

At the same time, the goals are to prevent social problems caused by the effects of alcohol – family conflicts, reduced productivity at work, traffic accidents, etc. – through education and awareness campaigns, people are taught the importance of a healthy lifestyle and try to promote responsible consumption of alcohol.

The main goal of the fight against smoking is to protect people's health and prevent diseases caused by the harmful effects of tobacco products. These diseases include lung cancer, cardiovascular diseases, respiratory problems, and other serious health disorders.[9]

At the same time, reducing the harm that smoking causes to the environment and to others through passive smoking is also an important goal. Educational programs, public awareness campaigns, and support services for those who want to quit smoking are widely used to achieve these goals.

Here are some basic tips for those who want to quit smoking:

1. Get motivated: Think about why you want to quit – reasons like health, spending more time with your family, or saving money can be your inspiration.

2. Make a plan: Set a date when you will start quitting and prepare for it. Choose your quitting strategy (suddenly or gradually).

3. Seek support: Ask for support from friends and family, and even seek professional help. Often, psychological counseling from specialists and nicotine replacement therapy are helpful.

4. Fight triggers: Try to avoid situations that can trigger you to smoke and find healthy alternatives, such as exercise to manage stress.

Methods

When should we seek professional advice?

- If our body weight is heavier or lighter than it should be
- If we have an ideal body weight but are obese,
- If we do not consume the necessary nutrients,
- If anemia is observed in any direction,
- If there is a change in eating and behavior,

- If there is a special situation (pregnancy, etc.),
- In diseases that need to be protected (diabetes, hypertension, high cholesterol, anemia, kidney disease, liver disease)

There are various methods and approaches to achieve healthy nutrition. Here are some of the main principles:

1. Balanced Diet: Use appropriate amounts of each food group - proteins, carbohydrates, fats, vitamins and minerals. Providing variety in food is important.
2. Regular Meal Times: Keeping meal times regular improves the digestive system and helps stabilize blood sugar.
3. Fresh and Natural Foods: Choose fresh fruits, vegetables, whole grains, and natural foods, avoiding packaged and processed foods.
4. Limit Sugar and Salt: Avoiding excessive sugar and salt intake helps maintain cardiovascular health.

References

1. http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/disease-prevention/tobacco/facts-and-figures
2. http://www.telegraph.co.uk/news/uknews/1540595/Fashion-leaders-refuse-to-ban-size-zero-models.html
3. http://www.who.int/research/en/
4. United Nations Population Fund; http://www.unfpa.org/rh/planning.htm
5. K.L. v. Peru, Communication No. 1153/2003, UN Sen. CCPR/C/85/D/1153/2003, 2005.
6. WHO (2005) Promoting mental health: Concepts, new evidence, practice: a report by WHO, Department of Mental Health and Substance Abuse in collaboration with the Victorian Health Promotion Foundation and the University of Melbourne. WHO, Geneva.
7. WHO (2001) Mental health: New understanding, New hope,
8. WHO (2010) Promoting mental health among young people – Investing in the future.
9. Amirli F.A., Aghamaliyev Z.Z., Abdullayeva I.G., Pashayeva Z.N.&Aghamaliyeva D.B. (2024). The role of nutrition in ensuring healthy living. Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2(148), 629-638.
10. http://www.dndi.org/index.php/media-centre.html?ids=6
11. http://www.who.int/neglected_diseases/en/
12. http://www.wto.org/english/thewto_e/whatis_e/tif_e/agrm7_e.htm
13. http://www.avert.org/generic.htm
14. http://www.msfaccess.org/main/access-patents/introduction-to-access-and-patents/trips/going-beyond-trips-trips-plus-provisions

SAĞLAM QİDALANMANIN İNSAN HƏYATINDA TƏSİRİ, GERİDÖNÜŞÜ OLMAYAN ROLU

Aytən R. Vəliyeva[1], Tamilla H. Kərimova[2]

1,2 Odlar Yurdu Universiteti, Təbiət və Texnologiya fakültəsi, Bakı, Azərbaycan
1 http://orcid.org/0000-0000-0000-0000, tamillahafiz1968@gmail.com
2 müəllim, ORCID https://orcid.org/0009-0008-4387-840X, tamillahafiz1968@gmail.com

XÜLASƏ
Pomidor bitkiləri məhsuldarlığa və qida təhlükəsizliyinə ciddi təsir edə bilən müxtəlif xəstəliklərə həssasdır. Bu xəstəliklərin erkən və dəqiq aşkarlanması vaxtında müdaxilə və effektiv əkin idarəetməsi üçün çox vacibdir. Bu tədqiqatda görüntü əsaslı metodlardan istifadə etməklə avtomatlaşdırılmış pomidor bitkisi xəstəliklərinin təsnifatı üçün dərin öyrənmə modellərinin müqayisəli təhlili aparılmışdır. Dörd müasir arxitektura qiymətləndirilmişdir: ResNet-50 (CNN bazası), EfficientNetV2-S (optimizə olunmuş CNN), ConvNeXt-Tiny (müasir CNN) və Swin Transformer (görmə transformeri). Təlim və qiymətləndirmə üçün 15 sinifdən ibarət işarələnmiş məlumat dəstindən istifadə olunmuşdur. Xəstəlik kateqoriyalarına Bakterial ləkə, Erkən yanıq, Gec yanıq, Yarpaq madeni, Yarpaq kiflənməsi, Maqnezium çatışmazlığı, Mozaika virusu, Azot çatışmazlığı, Kalium çatışmazlığı, Septoria yarpaq ləkəsi, Hörümçək gənəsi, Ləkəli solma virusu, Hədəf ləkəsi və Sarı yarpaq qıvrılma virusu daxildir. Modellər dəqiqlik, həssaslıq, xatırlama, F1-balansı və hesablama səmərəliliyi əsasında qiymətləndirilmişdir. İlkin nəticələr göstərir ki, ResNet-50 97% dəqiqlik əldə edərək güclü baza model kimi çıxış edir. EfficientNetV2 və ConvNeXt-Tiny performans və səmərəlilik baxımından irəliləyişlər nümayiş etdirir. Özünə diqqət (self-attention) mexanizmlərindən istifadə edən Swin Transformer isə güclü xüsusiyyət çıxarışı təmin etsə də, optimallaşdırma üçün daha çox məlumat tələb edir. Tədqiqatımız konvolyusiya və transformer əsaslı modellərin real aqrar xəstəlik aşkarlanmasında uyğunluğu barədə dəyərli məlumatlar təqdim edir. Bu araşdırma süni intellekt əsaslı dəqiq kənd təsərrüfatının inkişafına töhfə verir və pomidor bitkilərində geniş miqyaslı, sərfəli və avtomatlaşdırılmış xəstəlik diaqnostikasını mümkün edir.

Açar sözlər: Sağlamlıq, qidalanma, vitaminlər, qida piramidası, enerji, qida maddələri.

ВЛИЯНИЕ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ НА ЖИЗНЬ ЧЕЛОВЕКА: НЕОБРАТИМАЯ РОЛЬ

Айтен Р. Валиуева[1], Тамила Г. Керимова[2]
Университет "Одлар Юрду", факультет естественных наук и технологий, Баку, Азербайджан
1 Преподаватель, https://orcid.org/0009-0008-4387-840X, ayten.mammadova99@gmail.com
2 http://orcid.org/0000-0000-0000-0000, tamillahafiz1968@gmail.com

АННОТАЦИЯ
Питание играет ключевую роль в росте, развитии и обеспечении долгой, здоровой и продуктивной жизни человека.
Жизненно важные питательные вещества должны поступать в организм в достаточном количестве и эффективно усваиваться. Научно доказано, что при их недостаточном, избыточном или несбалансированном потреблении нарушается рост и развитие, возникают проблемы со здоровьем. Основой здоровья является сбалансированное питание, которое считается важным фактором для роста и развития организма, его правильного функционирования, а также устойчивости к внешним воздействиям и заболеваниям.
Продукты, необходимые для роста организма, восстановления тканей и их нормального функционирования, должны регулярно присутствовать в рационе. Понятие «адекватное и сбалансированное питание» предполагает, что каждый из необходимых элементов поступает в достаточном количестве и правильно используется организмом.
Если пища не покрывает энергетические потребности организма, развивается состояние,

называемое «недоеданием».
Даже при достаточном объёме потребляемой пищи, неправильный выбор продуктов также считается признаком плохого питания.
С точки зрения методологии, иногда организму не удаётся получить определённые питательные вещества. Это приводит к тому, что они не выполняют свои функции, и возникают проблемы со здоровьем, что называется «несбалансированным питанием».
Существует более 40 питательных веществ, необходимых организму человека, которые содержатся в продуктах питания. По химическому составу и влиянию на организм они делятся на 6 основных групп: белки, жиры, углеводы, минеральные вещества, витамины и вода.
Говоря о концепции «здорового питания на всю жизнь», можно ориентироваться на пищевую пирамиду как руководство для ежедневного выбора продуктов у взрослых.
Что касается детей старше пяти лет и подростков, разнообразная и питательная пища обеспечивает необходимую энергию и питательные вещества для хорошего самочувствия и бодрости.
Для поддержания здорового веса взрослым и детям необходимо минимум 30 минут умеренной физической активности в день, 5 дней в неделю, то есть не менее 150 минут активной жизни в неделю. Дети должны быть активны не менее 60 минут в день.
Примеры включают любую деятельность, при которой учащается сердцебиение и возникает лёгкая одышка, но не требуется чрезмерных усилий. При ходьбе или езде на велосипеде следует поддерживать скорость не менее 10 км/ч..

Ключевые слова: здоровье, питание, витамины, пищевая пирамида, энергия, питательные вещества.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1078

NAR SORTLARININ SAXLANMASINDA OKSİDOREDUKTAZA SİNFİNƏ MƏNSUB BƏZİ FERMENTLƏRİN AKTİVLİYİNİN TƏDQİQİ

Yaşar Adil oğlu Ömərov[1], Əhəd Əli oğlu Nəbiyev[2], Mehriban Sahib qızı Aslanova[3]

Azərbaycan Texnologiya Universiteti, Gəncə
[1] Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent, y.omarov@atu.edu.az
[2] Biologiya elmləri doktoru, professor, ahad.nabiyev@mail.ru
[3] Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, aslanovamehriban@gmail.com

XÜLASƏ

Hazırda narın uzunmüddətli saxlanmasının nəzəri və praktiki məsələlərinin işlənib hazırlanması il boyu əhalinin təzə meyvələrlə təmin olunmasında mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Qeyd etmək lazımdır ki, narın saxlanması zamanı maddələr mübadiləsi prosesləri davam edir və bunun nəticəsində onun kimyəvi tərkibində qismən dəyişikliklər baş verir. Nar meyvələrinin keyfiyyət göstəricilərinin və onların uzunmüddətli saxlanma müddətində baş verən dəyişikliklərinin öyrənilməsi bir çox mühüm məsələlərin həllində aktual problem olaraq qalır.

Bu mühüm məsələnin həllinə yönəlmiş tədqiqatlarımız nar meyvələrinin əsas keyfiyyət göstəricilərinin, o cümlədən uzunmüddətli soyuducu şəraitində saxlanma zamanı bəzi oksidləşdirici fermentlərin öyrənilməsinə həsr olunmuşdur. Tədqiqat obyekti kimi iki müxtəlif nar sortu – Azərbaycan sortları olan "Gülöyşə" və "Bala Mürsəl" götürülmüşdür.

Aparılmış analizlərə əsasən demək olar ki, narın uzunmüddətli soyuducu şəraitində saxlanması zamanı ferment sistemlərinin aktivliyinin azalması katalitik proseslərin, yəni karbohidratların, orqanik turşuların, fenol birləşmələrinin və narın qida dəyərini müəyyən edən digər komponentlərin çevrilmə sürətinin azalmasına səbəb olur. Bununla belə, tənzimlənən qaz mühitinin (TQM) tətbiqi ilə saxlanma şəraiti öyrənilmiş fermentlərin katalitik aktivliyinin daha da azalmasına gətirib çıxarır ki, bu da narın qida maddələrinin sərf olunmasını ləngidir və nəticə etibarilə onun ətrinin, dadının və xarici görünüşünün daha yaxşı qorunmasına şərait yaradır.

Bu səbəbdən, qeyd olunan sortların Azərbaycan Respublikasının bütün narçılıq bölgələrində becərilməsi tövsiyə olunur.

Açar sözlər: *narın saxlanması, oksidləşdirici fermentlər, nar sortu, "Gülöyşə", "Bala Mürsəl".*

GİRİŞ

Canlı orqanizmlərdə təsadüf olunan bir qrup üzvi birləşmələr vardır ki, onlara fermentlər və ya enzimlər də deyilir. Fotosintezin, tənəffüsün, qıcqırmanın, qida maddələrinin saxlanması və onların mənimsənilməsində, hətta zülalların, yağların və digər maddələrin sintezində mürəkkəb biokimyəvi proseslər baş verir. Bu proseslər canlı hüceyrələrdə fermentlərin iştirakı ilə gedir. Fermentlər adi katalizatorlarla müqayisədə kimyəvi, biokimyəvi reaksiyaların sürətini 106-1012 dəfə tezləşdirir. Bu baxımdan fermentlərə biokatalizatorlar deyilir[3]. Qida məhsullarının, həmçinin nar meyvəsinin keyfiyyətli saxlanmasında mürəkkəb biokimyəvi proseslər baş verir. Bu proseslərin tənzimlənməsi fermentlərin iştirakı ilə gedir. Ona görə də biz nar meyvəsinin uzun müddət soyuducu kamerada tənzimlənən qaz mühiti şəraitində keyfiyyətli saxlanmasını təmin etmək üçün oksidoreduktaza sinfinə məxsus askorbatoksidaza və polifenoloksidaza fermentlərinin

dəyişmə dinamikasını və əsas keyfiyyət göstəricilərini tədqiq etmişik. Askorbatoksidaza fermenti askorbin turşusunu, dehidro-L askorbin turşusuna çevrilməsini kataliz edir. Polifenoloksidaza fermenti geniş spektrdə fenol birləşmələrinin orto və para difenolların ortoxinona parçalanmasını kataliz edir. Bu ferment bir çox meyvələrdə, o cümlədən üzümdə, almada və digərləri ilə müqayisədə nar meyvəsində nisbətən az öyrənilmişdir [1].

Tədqiqat

Tədqiqat işimizin əsas məqsədi nar sortlarının uzun müddət soyuducu kamerada tənzimlənən qaz mühiti şəraitində keyfiyyətli saxlamasını təmin etməkdən ibarətdir.

Tədqiqatın obyekti və metodikası. Tədqiqat obyekti kimi ölkə ərazisində geniş yayılmış və Goranboy rayonu ərazlsində yetişdirilən yerli Azərbaycan Güleyşəsi və Bala Mürsəl nar sortları götürülmüşdür. Bu məqsədlə nar sortları Gəncə şəhəri yaxınlığında fəaliyyət göstərən NAA Aqrotara müəssisəsinin soyuducu kameralarında saxlanılmışdır. Bundan başqa nar sortlarının saxlanması zamanı əsas keyfiyyət göstəriciləri olan ümumi şəkərin, titrləşən turşuluğun, fenol birləşmələrinin, C vitamininin, həmçinin mineral maddələrin miqdarca dəyişməsi tədqiq olunmuşdur[2]. Müasir analiz üsulu olan xromata-mass-spektrometriyanın köməyi ilə yerli Azərbaycan Güleyşəsi və Bala Mürsəl nar sortlarında fenol birləşmələrinin ayrı-ayrı nümayəndələri, o cümlədən antosianlar da midarca təyin olunmuşdur. Qeyd olunan sortlarda mineral maddələr spektrometrdə - AAnalyst 400 (PerkinElmer, USA) təyin edilmişdir[4]. Bəzi analizlər Gürcüstan Respublikasının Aqrar Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən qida sənayesi üzrə mərkəzi elmi-tədqiqat laboratoriyasında aparılmışdır. Nar sortları soyuducu kamerada tənzimlənən qaz mühiti şəraitində, (TQM) – 3-4% CO_2; 2-3% oksigen olan mühitdə saxlanılmışdır. Nar sortları əvvəlcədən çeşidlənmiş, kənar qatışıqlardan ayrı-ayrılıqda təmizlənmiş və çəkisi 8÷10 kq olan tutumlara yığılaraq soyuducu kameralarda yerləşdirilmişdir. Nar sortları soyuducu kamerada TQM şəraitində 3-4% CO_2; 2-3% oksigen olan mühitdə, temperatur -2...-4^{0}C, havanın nəmliyi isə 92-95% olmaqla saxlanılmışdır[5].

Tədqiqatın aparılması və müzakirəsi. Soyuducu kamerada tənzimlənən qaz mühiti şəraitində saxlama zamanı nar sortlarını saxlamadan əvvəl və saxlamadan sonra oksidoreduktaza sinfinə aid askorbatoksidaza, polifenoloksidaza, peroksidaza və katalaza fermentlərinin aktivliyinin dəyişmə dinamikası öyrənilmişdir. Hər iki sort üzrə fermentlərin aktivliyinin dəyişməsi cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1. Nar sortlarının soyuducu kamerada TQM-də saxlanması zamanı bəzi fermentlərin aktivliyinin dəyişmə dinamikası, mk/mol

№	Göstəricilər	Qaz mühiti: 3-4% CO_2, 2-3% O_2							
		Nar sortları							
		Azərbaycan Güleyşəsi				Bala Mürsəl			
		saxlan-madan əvvəl	saxlan-madan sonra	fərq	%-lə	saxlan-madan əvvəl	saxlan-madan sonra	fərq	%-lə
1.	askorbatoksidaza	0,66	0,12	-0,54	81,8	0,55	0,13	-0,42	76,4
2.	o-difenoloksidaza	0,74	0,10	-0,64	86,5	0,72	0,16	-0,56	77,8
3.	peroksidaza	2,10	0,42	-1,68	80,0	1,98	0,42	-1,56	78,8
4.	katalaza	0,44	0,11	-0,33	75,0	0,36	0,10	-0,26	72,2

Cədvəlin də rəqəmlərindən məlum olduğu kimi nar sortlarının yetişmə müddəti dövründə tədqiq olunan fermentlər daim aktiv qalır. Ancaq meyvənin soyuducu kamerada tənzimlənən qaz mühiti şəraitində saxlanması zamanı fermentlərin fəaliyyəti xeyli azalmışdır. Belə ki, saxlanmanın sonunda Azərbaycan Güleyşəsi nar sortunda askorbatoksidazanın fəallığı 81,8%, o-difenoloksidaza 86,5%, peroksidazanın fəallığı 80,0%, katalazanın fəallığı 75,0% azalmışdır. Bala Mürsəl sortunda isə göstəricilər uyğun olaraq askorbatoksidazada 76,4%, o-difenoloksidazada 77,8%, peroksidazada 78,8%, katalazada isə 72,2% olmuşdur.

Qeyd etmək lazımdlr ki, Bala Mürsəl sortuna nisbətən Azərbaycan Güleyşəsi sortunda fermentlərin fəallığı daha çox azalmışdır ki, bu da o deməkdir ki, Azərbaycan Güleyşəsi sortunda Bala Mürsəl sortuna nisbətən saxlama zamanı qida maddələrinin parçaıanması xeli ləngimişdir. Askorbatoksidaza fermentinin aktivliyinin 81,8% azalması C vitamininin bu sortda daha yaxşı saxlanılması, başqa sözlə, tənəffüs prosesinə daha az sərf olunması deməkdir.

Nar sortlarının soyuducu kamerada tənzimlənən qaz mühiti şəraitində uzun müddət saxlanması zamanı saxlamadan əvvəl və sonra əsas keyfiyyət göstəricilərinin miqdarca dəyişməsi də öyrənilmişdir. Bu göstəricilər cədvəl 2-də verilmişdir.

Cədvəl 2. Nar sortlarının soyuducu kamerada TQM-də saxlanması zamanı keyfiyyət göstəricilərinin miqdarca dəyişməsi

№	Göstəricilər	Qaz mühiti: 3-4% CO_2,2-3%O_2							
		Nar sortları							
		Azərbaycan Güleyşəsi				Bala Mürsəl			
		saxlan-madan əvvəl	saxlan-madan sonra	fərq	%-lə	saxlan-madan əvvəl	saxlan-madan sonra	fərq	%-lə
1.	Həllolan quru mad-dələrin miqdarı, %-lə	16,6	15,7	0,9	5,4	16,2	15,4	0,8	4,9
2.	Ümumi şəkər, %-lə	14,0	13,2	0,8	5,7	12,8	12,0	0,8	6,2
3.	İnvert şəkərlər, %-lə	12,0	11,3	0,7	5,8	11,0	10,3	0,7	6,4
4.	Titirləşən turşuluq, %-lə	1,90	1,75	0,15	7,9	2,2	1,9	0,3	13,6
	Fenol maddələri, %-lə	0,96	0,88	0,08	8,3	1,0	0,92	0,08	8,7
	C vitamini, mq %-lə	25,4	19,3	6,1	24,0	16,4	9,6	6,8	41,5

Cədvəl 2-də nar sortlarının əsas keyfiyyət göstəricilərinin miqdarca dəyişməsi öz əksini tapmışdır. Cədvəldən göründüyü kimi nar sortları ümumi şəkərlərlə, titrləşən turşuluqla, fenol birləşmələri, hətta C vitamini ilə zəngindir. Nar sortlarının TQM şəraitində saxlanması zamanı qida maddələri müəyyən dərəcədə azalmağa meyl edirlər. Əgər saxlanmanın əvvəlində Azərbaycan Güleyşəsi sortunda ümumi şəkər 14% olmuşdursa, bu göstərici Bala Mürsəl sortunda 12,8% olmuşdur. Cədvəlin rəqəmlərindən göründüyü kimi saxlanmanın sonunda Azərbaycan Güleyşəsində ümumi şəkər 5,7% azalmışdırsa, bu göstərici Bala Mürsəl sortunda xeyli çox, 6,2% olmuşdur. Nar sortları üçün ən əsas keyfiyyət göstəricisi onların tərkibində olan titrləşən turşuluqla sıx bağlıdır. Titrləşən turşuluğun 80-90%-i limon turşusundan ibarətdir. Ədəbiyyat materiallarının araşdırmasından məlum olmuşdur ki, limon turşusu qan təzyiqinin tənzimlənməsinə, qanın şəffaflaşmasına, hətta xəstəliktörədici mikroorqanizmlərin, virusların

fəaliyyətinin ləngiməsinə müsbət təsir göstərir [1]. Saxlanmanın sonunda titrləşən turşuluq Azərbaycan Güleyşəsində 7,9% azlmışdırsa, bu göstərici Bala Mürsəl sortunda 13,6% olmuşdur.

Məlumdur ki, antioksidant qabiliyyətli fenol birləşmələri nar şirəsinin dolğunluğunun əmələ gəlməsində iştirak edir. Bu göstəricilər saxlanmanın sonunda Bala Mürsəl sortu ilə müqayisədə Azərbaycan Güleyşəsi sortunda az olmuşdur. Müasir dövrdə insanların sağlam yaşaması üçün C vitamininin qidanın tərkibində çox olması onların sağlamlığı baxımından çox önəmlidir [2]. İnsan orqanizmində C vitamini çatışmadıqda yağların mübadiləsinin pozulması ilə əlaqədar olaraq xolestrolun miqdarı çoxalır. Qida məhsullarının tərkibində C vitamininin mirdarının az olması bəzi fermentlərin (dioqlükozidaza və s.) fəaliyyətini ləngidir. Bu hal maddələr mübadiləsi prosesinin normal getməsinə pis təsir göstərir. Ona görə də insanların gündəlik qida rasionunda C vitamini ilə zəngin məhsulların, o cümlədən nar meyvəsinin və ya ondan alınmış şirənin olması vacibdir.

Nar sortlarının saxlanmasının sonunda 10 ballıq sistem üzrə dequstasiya da aparılmışdır. Dequstasiyanın nəticəsi olaraq Azərbaycan Güleyşəsi 9,6 balla, Bala Mürsəl isə 8,8 balla qiymətləndirilmişdir [6].

Nəticə

Tədqiqat nəticəsində məlum olmuşdur ki, nar sortlarının saxlanması müddətində Bala Mürsəl sortu ilə müqayisədə Azərbaycan Güleyşəsi sortunda tədqiq olunan fermentlətin aktivliyi daha çox azalmışdır. Fermentin fəaliyyətinin çox azalması nar sortlarının tərkibində qida maddələrinin tənəffüs prosesinə sərf olunmasını xeyli azaltmışdır. Azərbaycan Güleyşəsi Bala Mürsəl sortu ilə müqayisədə üstün keyfiyyətə malik olmaqla daha yaxşı saxlanılmışdır. Ona görə də Azərbaycan Güleyşəsi sortunun respublikamızın narçılıq bölgələrində əkin sahələrinin daha da genişləndirilməsi məqsədəuyğundur.

Ədəbiyyat

1. Aslanova M.S., Nəbiyev Ə.Ə. (2023). Nar sortlarının müxtəlif üsullarla saxlanmasının tədqiqi Monoqrafiya. Bakı: Ecoprint nəşriyyatı, 186 s.
2. Aslanova M.S., Nəbiyev Ə.Ə., Qasımova A.A. (2014). Nar sortlarının müxtəlif üsullarla saxlanması zamanı keyfiyyət göstəricilərinin tədqiqi. *Azərbaycan MEA, Gəncə Regional Elmi Mərkəz "Xəbərlər məcmuası"*. № 58, s. 88-93.
3. Nəbiyev Ə.Ə., Moslemzadeh E.Ə. (2008). Qida məhsullarının biokimyası. Dərslik. Bakı: 444 s.
4. Nəbiyev Ə.Ə. və başqaları. (2008). Qida məhsullarının texnologiyasının nəzəri əsasları. Praktikum. Bakı: 248 s.
5. Nəbiyev Ə.Ə., Bayramov E.Ə., Ələkbərov A.Y. (2024). İstehsalın texnoloji əsasları: Dərslik. Gəncə: Star, 524 s.
6. Mikayılov V.Ş. (2012). Qida məhsullarının dequstasiyası. Kooperasiya nəşriyyatı, Bakı: 384 s.

STUDY OF THE ACTIVITY OF SOME OXIDOREDUCTASE ENZYMES DURING STORAGE OF POMEGRANATE VARIETIES

Y.A. Omarov[1], A.A. Nabiev[2], M.S. Aslanova[3]
Azerbaijan Technological University, Ganja
[1] Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent, y.omarov@atu.edu.az
[2] Biologiya elmləri doktoru, professor, ahad.nabiyev@mail.ru
[3] Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, aslanovamehriban@gmail.com

ABSTRACT

At present, the development of theoretical and practical issues of longterm storage of pomegranate is essential in the provision of fresh fruits throughout the year. Importantly, during storage continuing garnet metabolism, resulting in a partial change in its chemical composition. The study of quality indicators pomegranate and their changes during long-term storage is an urgent problem to solve many important issues. In this important task of our research have been devoted to the study of basic quality indicators, including some oxidative enzymes pomegranate with different methods of long holo- spinning storage. The object of the research was two different varieties of pomegranate - Azerbaijan Guleysha, Bala Mursal.

Also, from the analysis it can be concluded that during storage in the refrigerator garnet decrease in activity of enzyme systems reduces the rate of catalytic processes, i.e. transformation of carbohydrates, organic acids, phenol compounds and other components defining the nutritional garnet. However, storing garnet using CSG promote a greater reduction of the catalytic activity of enzymes studied , which slows flow of nutrients garnet , which ultimately contributes to better preserve its flavor , taste and appearance.

Therefore, we recommend growing these varieties in all pomegranate-growing regions of the Republic of Azerbaijan.

Keywords: pomegranate storage, oxidative enzymes, pomegranate variety, "Guloysha", "Bala Mursal".

ИСЛЕДОВАНИЕ АКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ ФЕРМЕНТОВ КЛАССА ОКСИДОРЕДУКТАЗ ПРИ ХРАНЕНИИ СОРТОВ ГРАНАТА

Я.А. Омаров[1], А.А. Набиев[2], М.С. Асланова[3]
Azerbaijan Technological University, Ganja
1 Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent, y.omarov@atu.edu.az
2 Biologiya elmləri doktoru, professor, ahad.nabiyev@mail.ru
3 Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, aslanovamehriban@gmail.com

АННОТАЦИЯ

В настоящее время разработка теоретических и практических вопросов длительного хранения граната имеет важное значение в обеспечении населения свежими плодами в течение всего года. Важно отметить, что при хранении граната продолжаются процессы обмена веществ, в результате чего происходит частичное изменение его химического состава. Изучение качественных показателей плодов граната и их изменения в процессе длительного хранения является актуальной проблемой в решении многих важных вопросов. В решении этой важной задачи наши исследования были посвящены изучению

основных качественных показателей, в том числе некоторых окислительных ферментов плодов граната при длительного холодильного хранения. Объектом исследований служили две различных сортов граната- Азербайджанская Гюлейша, Бала Мурсал.
Из анализов можно заключить, что при длительном хранении граната в холодильнике уменьшение активности ферментных систем приводит к снижению скорости каталитических процессов, т.е. превращений углеводов, органических кислот, фенольныхвеществ и других компонентов, определяющих питательную ценность граната. Однако хранение граната с применением РГС способствуют большему снижению каталитической активности исследованных ферментов, которые замедляют расход питательных веществ граната, что в итоге способствует лучшему сохранению его аромата, вкуса и внешнего вида.
Поэтому рекомендуем выращивание этих сортов во всех гранатохозяйственных регионах Азербайджанской Республики.

Ключевые слова: хранение граната, окислительные ферменты, сорт граната, «Гюлейша», «Бала Мурсал».

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1084

USE OF NANO SUBSTANCES FOR ENVIRONMENTAL SAFETY

E.M. Gadirova

Baku State University, Department of Ecological Chemistry, Baku, Azerbaijan
[1] http://orcid.org/0000-0000-0000-0000, e-mail: elmina2010@mail.ru

ABSTRACT

Purification of aquatic ecosystems using nanotechnological methods is one of the most important problems from an environmental point of view and for this purpose, environmentally friendly TiO_2 nanoparticles were used. TiO_2 nano particles have excellent catalytic properties in photochemical processes as they are also environmentally friendly. Chemical-physical properties of TiO_2 nanoparticles have been investigated. The main aims of this study are to investigate the photochemical degradation of phenol with TiO_2 nanoparticles in the nitrogen mediun and nitrogen-free medium. Photochemical reactions were carried out in the presence of TiO_2 nanoparticles having the size of 10-30 nm. In this study, TiO_2 nanoparticles that have been used in photochemical reaction with phenol were synthesized by sol-gel method. TiO_2 nanoparticles were characterized by SEM and XRD-methods. Photochemical degradation of phenol was found to be better at pH>5. Decomposition of 1 mgL^{-1} phenol was 99% in the nitrogen-free medium. However, in the medium containing nitrogen, the decomposition of phenol decreased, the decomposition rate was determined 52 %. Quantitative analyzes were performed using high sensitivity Agilent 5975 mss detector equipped with an Agilent 6890N gas chromatograph. The process was carried out under the same conditions in the presence of the same amount of TiO_2 for 1 hour in the “Varian Cary 50” spectrophotometer. Was also studied the effect of the pH of the reaction medium on the course of the photochemical reaction. At the same time the adsorption properties of TiO_2 nanoparticles were studied. It has been found that TiO_2 nanoparticles have very poor adsorption capacity properties.

Keywords: decomposition; nano-TiO_2; XRD; SEM; GC-MSD.

Introductıon

Currently, water pollution treatment is one of the widespread environmental problems in the world. It is essential to develop an efficient, economical, and environment-friendly process of wastewater treatment in order to allow the discharge of wastewater to the receiving environment. Phenol is known as a stubborn compound due to its toxicity and non-biodegradable properties, and is therefore difficult to treat [1, 2]. The treatment technologies of phenol in wastewater are based either on separation or destruction. The known separation techniques are steam distillation, extractions, adsorption, membrane pervaporation, and membrane-based solvent extractions, while destructive techniques include ectrochemical oxidation, photocatalytic oxidation, chemical oxidation, and biochemical reduction. There is a lot of research on these techniques [3]. Since nanotechnology is a one of the rapidly evolving areas nowadays, purification methods based on nanoparticles for various purposes leads to new directions.

Many photochemical processes take place in the presence of TiO_2 nanoparticles [4-7]. Decomposition of organics materials using TiO_2/Ce systems is widely discussed in the literature [8]. Such systems have a high level of active oxygen which leads to the rapid degradation of organic compounds. It is very useful because it is cheap, durable and most importantly, environmentally friendly. In many cases photochemical reactions have been carried out to remove toxic substances from the aquatic environment, mainly using TiO_2 in the form of anatase and mixed composites: for example, photocatalytic oxidation or mineralization of phenol in the presence of a Degussa P25-TiO_2 suspension (consisting of 80% anatase and 20% rutile phase). A vital piece of information is available in the literature on methods of depositing precious metals such as silver, gold, platinum on the TiO_2 surface. Heterogeneous photocatalysis is a transferable oxidation process. Large-scale decomposition of pollutants in the air and water also occurs on the basis of this process [9-11]. In addition, many doping systems and modifications are being developed to ensure that TiO_2 undergoes photochemical reactions in the visible field. TiO_2 systems with non-metals are of great interest: mainly alloyed with nitrogen and carbon. It is theoretically explained that the photocatalytic properties of TiO_2 [12] based on doping with carbon and nitrogen atoms can increase from the UV radiation field to the visible portion of spectrum. Systems doped with a nitrogen atom are very common in the literature, and thus air purification is carried out [13].

Nitrogen is alloyed with TiO_2 by various methods. For example; The TiO_2/N system modified with Ar/N_2 has very good photocatalytic activity in the visible field [14]. Since titanium dioxide is structurally resistant to UV radiation, it is also important to obtain nanoparticles based on it and apply it in various fields. Both anatase and rutile forms of TiO_2 nanoparticles are important for chemical processes. The anatase form of TiO_2 is metabolic and converts to rutile when heated. The permissible amount of TiO_2 in an aqueous medium is 0.7-16.0 mgL^{-1}. In this regard it is effective to use small amounts of nanoparticles. The behavior of nanoparticles in water depends on pH. Taking into account the above we can say that nano technological methods are the most modern methods of water purification from toxic compounds. The most effective of them was the purification of wastewater from phenol, an organic toxic substance based on the GO/Al_2O_3 composite by 99.9 % [15].

The main aims of this study are to investigate the photochemical degradation of phenol with TiO_2 nanoparticles in the nitrogen and nitrogen-free medium to determine of adsorption properties of TiO_2 nanoparticles.

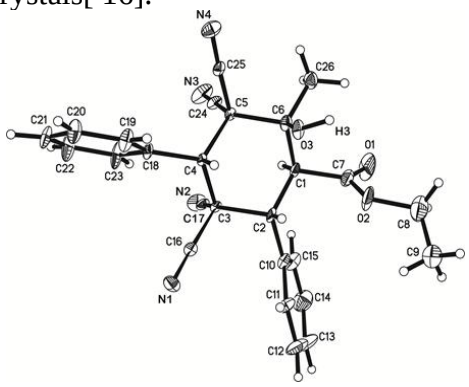
Experımental part

TiO_2 nanoparticles have been investigated in order to carry out photochemical reactions.TiO_2 nanoparticles were synthesized by the sol-gel method. In the system TiO_2+Ph (phenol) the process took place only in the UV-radiation area. For the this system it was taken 0.05 gr TiO_2 equally distributed in the water of 10 mL. Then 5 ml of obtained mixture has been added to 20 mL of the 1 mgL^{-1} phenol solution. In this system the decomposition of phenol was 99%.

For the TiO_2+Ph/N system was taken 0.05 g TiO_2+0.05 g N compound: ethyl-3,3,5,5-tetraciano-2-hydroxide-2-metil-4,6-diphenylcyclohexane carboxylate ($C_{26}H_{22}N_4O_3$). Their solution has been equally distributed in the water of 10 mL. In the Ph+TiO_2/N system the process took place in the UV-Vis area. As it is mentioned above TiO_2 nanoparticles are not toxic and gets excited by UV radiation; this contributes to the reaction process. Complete mixing of

TiO_2 nanoparticles in the participation of UV radiation has been carried out in advance for their equal distribution in the water. 5 mL of obtained mixture has been added to 20 ml 1 mgL^{-1} phenol solution and then 0.05 g N-compound has been added. The viewed mixture has been subject to photochemical dissociation for 60 minutes. All quantitative analyzes were performed on Agilent 6890N /5975 device. The device has a very high sensitivity. After photolysis process the dependence of the solution's absorption coefficient on wavelength has been measured in UV "Varian Cary 50" spectrophotometer. Although the decomposition of phenol occurs in a lower yield compared to $Ph+TiO_2$ system it has been found that the photochemical process extends from the UV area to the Visible area. In the $Ph+TiO_2/N$ system the decomposition of phenol was less than 52 %.

X-ray structure of the $C_{26}H_{22}N_4O_3$-ethyl-3,3,5,5-tetracyano-2-hydroxy-2-methyl-4,6-diphenylcyclohexane carboxylate obtained for the first time by us «Bruker APEX II CCD " (T = 100K, λMoKα - radiation, graphite monochromator, φ- and ω-scanning, 2θmax = 56˚) was analyzed in the diffractometer and the following structure was obtained. The obtained carboxylate consists of white crystals[16].



Results and dıscussıon

TiO_2 nanostructures are synthesized by the sol-gel method. It was obtained by the hydrolysis of titanium IV isopropoxide. This process usually proceeds through hydrolysis of titanium (IV) isopropoxide followed by condensation of formed $Ti(OH)_4$. The high rate of hydrolysis contributes to the formation of $Ti(OH)_4$ which interrupts the development of the chain Ti-O-Ti. The presence of a large number of Ti-OH groups and the low development of a three-dimensional polymer structure leads to a low particles packing

1 mgL^{-1} of phenol solution was used during the process. The purity and crystalline properties of the TiO_2 nanoparticles were investigated by powder X-ray diffraction (XRD) method. Figure 1 shows the XRD patterns of the synthesized TiO_2 nanoparticles. XRD peaks were well defined and corresponded to TiO_2 at rutile phase. X-ray structure analysis graphs of the studied nanocomposite materials were recorded on the Rigaku Mini Flex 600spowder diffractometer. Its features are given below:

X-ray tube with copper anode (Cu-Kα radiation, 30 kV and mA) was used to draw the diffraction specters at room temperature. At 2θ = 20°-80° with discrete growth mode these specters were obtained as Δ2θ = 0.05°and the exposure time was τ = 5 seconds (Figure1).

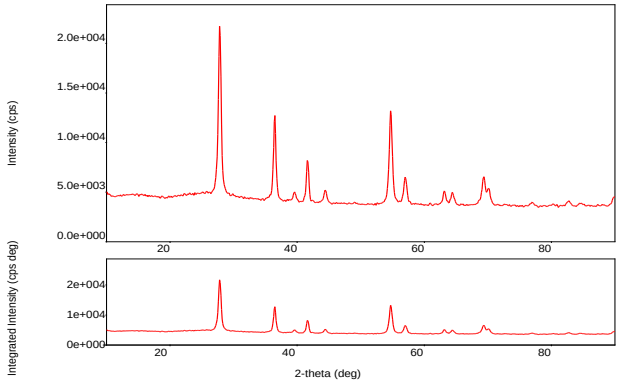


Figure 1. XRD patterns of the rutile phase TiO_2 nanoparticles

Figure 2 show the SEM patterns of the synthesized TiO_2 nanoparticles. Based on the SEM analysis of TiO_2 the nanoparticles were 10-30 nm in size.

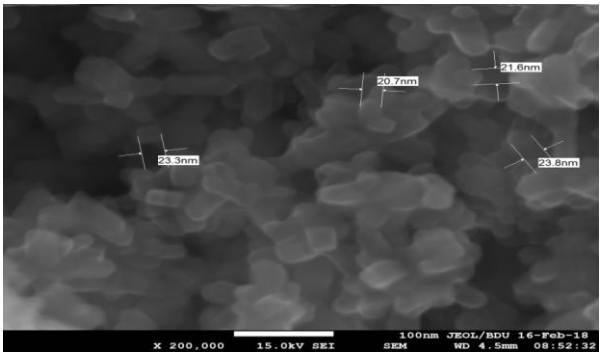


Figure 2. SEM patterns of the rutile phase TiO_2 nanoparticles

As can be seen from Figure 3 the highest peaks for TiO_2 were obtained at 300-350 nm wavelengths after UV irradiation of TiO_2 nanoparticles. Starting from this wavelength (350 nm) the emission of the UV spectrum increases sharply in the Figure 3.

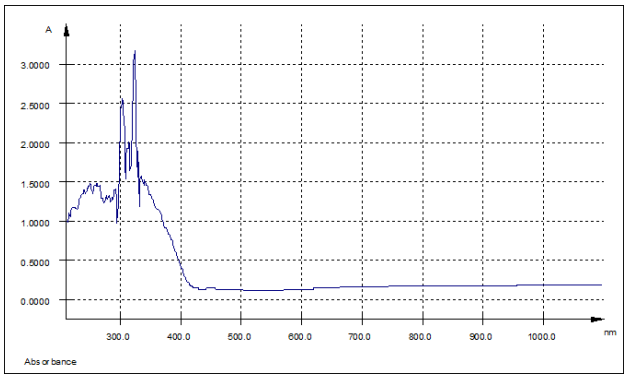


Figure 3. Light absorption of TiO_2 nanoparticles

The process of decomposition of phenol in the presence of UV in the system Ph + TiO_2 is shown below (Figure 4).

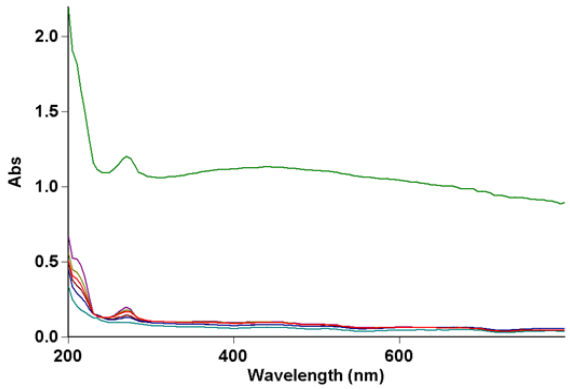


Figure 4. Photochemical decomposition of the Ph+TiO_2 in the presence of UV

As shown in Figure 4 for the 1 mgL^{-1} Ph+TiO_2 system the characteristic wavelengths (270 nm) for phenol are not observed in the last (blue) curve compared to the other curves.This is due to the lack of or insufficient quantity of phenol after photolysis (sensitivity of the device) in the solution. The sample was then analysed in a gas chromatographic mass detector for more sensitive and accurate analysis. Amount of phenol has dropped from 1 mg to 10 µg. This means that 99% of phenol has degraded [17].

It may be noted that TiO_2 nanoparticles has very good photo dissociation together in combinations with N atom. The matter is that we have considered more appropriate to use TiO_2 nanoparticles as the works done by us have been carried out in the participation of UV radiation, since TiO_2 nanoparticles gets excited only during UV radiation (A<387 mm) it has only 5% excitement in the Visible area. Furthermore TiO_2 is chemically sustainable it is obtained in soft condition that's easily seen in the viewed case and the most important is that it is considered ecologically clean. In addition the photochemical reaction in the Ph+TiO_2/N system was considered. The reaction range ranged from the UV radiation range to 400-600 nm in the visible area (Figure 5). In the Ph+TiO_2/N system photolysis process has been done in UV radiation device; the dependence of absorption coefficient on the wavelength has been determined by "Varian Cary 50" device the concentration of phenol remained in the solution after photochemical reaction has been determined.

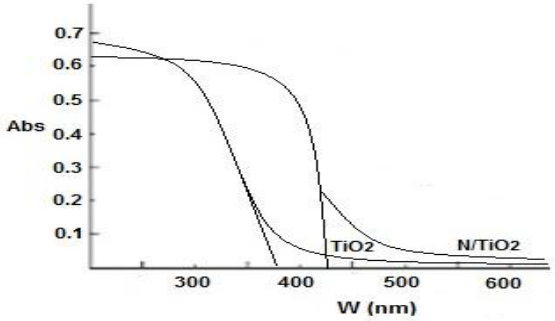


Figure 5. The dependence of the absorption coefficient on the wavelength for Ph +TiO_2 and Ph +TiO_2/N systems

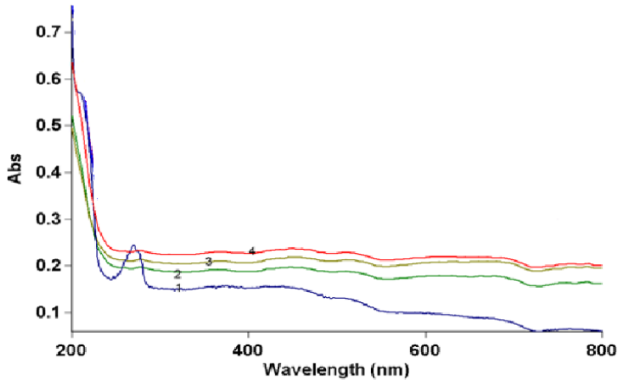


Figure 6. Photochemical decomposition of the Ph + TiO_2/N in the presence of UV
1- curve before irradiation;
2- curve obtained at the 20th minute of the photocatalytic process;
3- curve obtained at the 40 th minute of the photocatalytic process;
4- curve obtained at the 60th minute of the photocatalytic process.

As can be seen in Figure 6 for the Ph +TiO_2 system (1) the light absorption of the solution was intense in the UV irradiation area up to 400 nm while the light absorption of the Ph+TiO_2/N system (2,3,4) covered the area after 400 nm. The transition in the UV-Vis areas occurs with the transition of the adsorption wavelength dependence curve to the area after 400 nm in the presence of N-retaining substance.

The effect of pH on the photochemical reaction was also studied in the process. pH was determined by taking samples from the reaction solution at different times of the photochemical process. It has been determined that photochemical decomposition occurs at best in an acidic area: pH>5 (Figure 7).

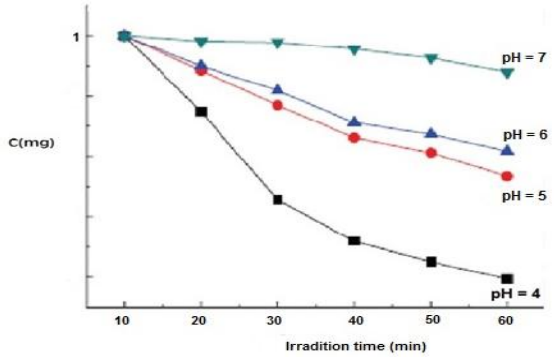


Figure 7. Effect of the pH of the reaction medium on the course of the photochemical reaction

In the systems Ph+TiO_2 (Figure 8) and Ph+ TiO_2/N(Figure 9) a quantitative analysis of treated samples after photolysis were carried out on a 6890N GC-MSD gas chromatograph with an Agilent 5975 high-performance mass-selective detector manufactured by Agilent Technologies (USA).

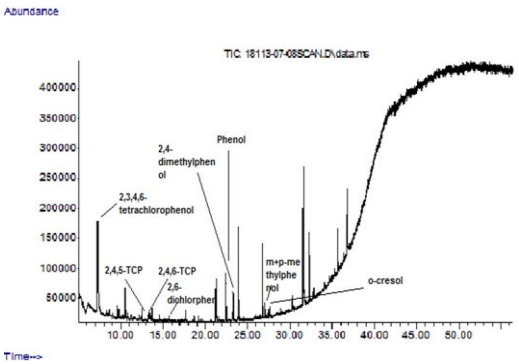


Figure 8. GC-MSD analysis of the Ph+TiO_2 solution after photochemical decomposition

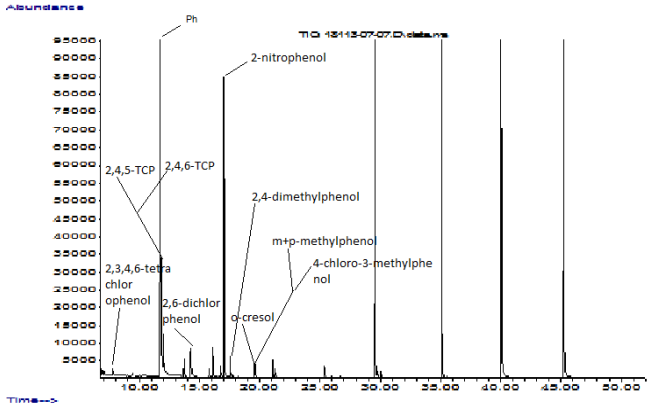


Figure 9. GC-MSD analysis of the Ph+ TiO_2/N solution after photochemical decomposition

Also it was studied the adsorption process in the presence of TiO_2 nanoparticles which was carried out at room temperature (25°C) for 2 hours. The process was monitored on a "Varian Cary 50" instrument. It was found that the adsorption process was very weak. This suggests that TiO_2 is a very poor adsorbent despite the fact that it is a good photo catalytic reagent. It should be noted that the TiO_2 nanoparticles belonged to the rutile phase. The process was monitored on a "Varian Cary 50" spectrophotometer. During the 2-hour process solution samples were taken and peaks were observed in the phenol-specific region of 270 nm every time (Figure 10).This suggests that the adsorption process was absent. It is possible that the adsorption did not take place due to chemisorption. This can be said according to the Langmuir-Hinshelwood (LH) hypothesis.

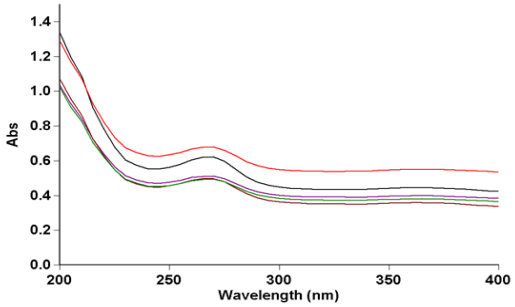


Figure 10. Comparison of phenol adsorption curves in the presence of TiO_2

Thus the work on the photochemical decomposition of phenol from wastewater in the presence of TiO_2 nanoparticles was studied and a high percentage of photochemical decomposition of phenol was achieved but as an adsorbent TiO_2 had a weak property. In conclusion it should be noted that in our time wastewater treatment by nanotechnological methods is one of the most developed and modern areas therefore work in this direction will continue in the future.

Conclusıon

1. The article deals with the decomposition of phenol in the $Ph+TiO_2$ and $Ph+TiO_2/N$ systems.

2. For the first time, a new synthesized organic matter:$C_{26}H_{22}N_4O_3$ containing nitrogen was used in the photochemical process.

3. In the $Ph+TiO_2$ system, the decomposition of phenol was 99% and the decomposition of phenol in the $Ph+TiO_2/N$ system was 52 %.

4. The purpose of using a nitrogenous substance was to carry out a photochemical reaction in the visible area in the presence of TiO_2 nanoparticles in the UV area of radiation. This increases the practical significance of the process.

5. XRD and SEM analyzes of the TiO_2 nanoparticles were carried out.

6. The sizes of TiO_2 nanoparticles used ranged from 10 to 30 nm.

7. Decomposition of 1 mg/L phenol was carried out for 1 hour. In this case, the influence of the pH of the medium on the course of the reaction was determined.

8. The photochemical process was monitored on a “Varian Cary 50” spectrophotometer.

9. Quantitative analyzes were performed using an Agilent 6980N/5975 GC/MSD.

10. It was studied that TiO_2 nanoparticles have a very poor adsorption capacity.

References

1. Shamshad Khan, Mu. Naushad, Adel Al-Gheethi, Jibran Iqbal (2021) Engineered nanoparticles for removal of pollutants from wastewater: Current status and future prospects of nanotechnology for remediation strategies, J. Env.Che.Eng, vol.9, p.106160.

2. Amir SadaKhan, Taleb H.Ibrahim, Mustafa I.Khamis, et al. Preparation of sustainable activated carbon-alginate beads impregnated with ionic liquid for phenol decontamination, *J. Clean. Prod*, 2021, vol.321, p.12889.

3. Lee, H.,Kannan,P., Shoaibi, A.A., and Srinivasakannan,C.(2019) Phenol degradation catalyzed by metal oxide supported porous carbon matrix under UV irradiation, *J.Water Process Engineering*,vol.31,p.100869. https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2019.100869

4. Abussaud, B., Asmaly, H., and Ihsanullah, A.(2016)Adsorption of phenol on aluminum oxide impregnated fly ash. *Desalination and Water Treatment*, vol. 57,p. 6801-6808.

5. Niloufar Torkian, Abbas Bahrami, Afrouzossadat Hosseini, et al.(2022) Synthesis and characterization of Ag-ion exchanged zeolite/TiO_2 nanocomposites for antibacterial applications and photocatalytic degradation of antibiotics. *J. Env. Res*, vol. 207, p.112157.

6. Khraisheh, M., L.Wu, and Walker G.M. (2012) Phenol degradation by powdered metal ion modified titanium dioxide photocatalysts, *Chem. Eng. J*, vol. 213,p.125-134.

7. Ren´e M.Guill´en, Rut Benavente, María D. Salvador (2021) Dielectric, mechanical and thermal properties of ZrO_2–TiO_2 materials obtained by microwave sintering at low temperature, *Ceramics International*,vol.47, p.27334-27341. https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2021.06.155

8. El-Naas, M.H., Alhaija M.A., and Al-Zuhair S.(2011) Evaluation of a three-step process for the treatment of petroleum refinery wastewater, J. Environ.Chem.Eng, vol. 2, p.56-62.

9. Laoufi N.A.,Tassalit D.,Bentahar F.(2008) The degradation of phenol in water solution by TiO_2 photocatalysis in a helical reactor, *Global NEST*, vol.10, №3, p. 404-418.

10. Abussaud B.,Asmaly H.A., Ihsanullah, Saleh T.A., Gupta V.K., Laoui T., and Atieh M.A.(2016) Sorption of phenol from waters on activated carbon impregnated with iron oxide, aluminum oxide and titanium oxid, *J. Mol. Liq.* vol.213,p.351-359.

11. Yangchun Xua, Ruizhi Fengb, Minglu Zhangc,et al.(2022) Preparation and characterization of a novel blue-TiO_2/PbO_2-carbon nanotube electrode and its application for degradation of phenol, *J. of Environmental Sciences,* 2 May . https://doi.org/10.1016/j.jes.2022.04.027

12. Hu, S.-Z., Li, F.-Y., and Fan, Z.-P.(2011) The influence of preparation method, nitrogen source and post-treatment on the photocatalytic activity and stability of N-doped TiO_2 nanopowder, *J.of Hazardous Materials*, vol.196, p. 248-254.

13. Chan, M.H., and Lu, F.H.(2009)Characterization of N-doped TiO_2 films prepared by reactive puttering using air, *Thin Solid Films*, vol.518,p.1369-1372.

14. Qiu,X., Burda,C.(2007) Chemically synthesized nitrogen-doped metal oxide nanoparticles, *Chemical Physics*, vol.339,p.1-10

15. Hu, X., Yu, Y., Ren, S., Lin, Na, Wang, Y., and Zhou, J. (2018)Highly efficient removal of phenol from aqueous solutions using GO/Al_2O_3 composite membrane, *Porous Materials*,vol.25, p.719-726.

16. Kurbanova M.M., Sadygova A.Z., Gadirova E.M., et al.(2019) First Synthesis and Structure of Ethyl 3,3,5,5-Tetracyano2-hydroxy-2-methyl-4,6-diphenylcyc-lohexane-1-carboxylate. *Russian J. Organ. Chem.*V. 55. No 3. p.381-383. https://doi: 10.1134/S1070428019030199

17. Gadirova E.M. (2019) Photochemical degradation of phenol in the presence of titanium dioxide nanoparticles. Proceedings of Universities. *Appl. Chem. and Biotechn*. V. 9. No 2. p.176-182. http://dx.doi.org/10.21285/2227-2925-2019-9-2-176-182

Use of nano substances for environmental safety

Gadirova E.M.
Baku State University, Department of Ecological Chemistry, Bakı, Azərbaycan
http://orcid.org/0000-0000-0000-0000, e-mail: elmina2010@mail.ru

XÜLASƏ

Purification of aquatic ecosystems using nanotechnological methods is one of the most important problems from an environmental point of view and for this purpose, environmentally friendly TiO_2 nanoparticles were used. TiO_2 nano particles have excellent catalytic properties in photochemical processes as they are also environmentally friendly. Chemical-physical properties of TiO_2 nanoparticles have been investigated. The main aims of this study are to investigate the photochemical degradation of phenol with TiO_2 nanoparticles in the nitrogen mediun and nitrogen-free medium. Photochemical reactions were carried out in the presence of TiO_2 nanoparticles having the size of 10-30 nm. In this study, TiO_2 nanoparticles that have been used in photochemical reaction with phenol were synthesized by sol-gel method. TiO_2 nanoparticles were

characterized by SEM and XRD-methods. Photochemical degradation of phenol was found to be better at pH>5. Decomposition of 1 mgL^{-1} phenol was 99% in the nitrogen-free medium. However, in the medium containing nitrogen, the decomposition of phenol decreased, the decomposition rate was determined 52 %. Quantitative analyzes were performed using high sensitivity Agilent 5975 mss detector equipped with an Agilent 6890N gas chromatograph. The process was carried out under the same conditions in the presence of the same amount of TiO_2 for 1 hour in the "Varian Cary 50" spectrophotometer. Was also studied the effect of the pH of the reaction medium on the course of the photochemical reaction. At the same time the adsorption properties of TiO_2 nanoparticles were studied. It has been found that TiO_2 nanoparticles have very poor adsorption capacity properties.

Açar sözlər: decomposition; nano-TiO_2; XRD; SEM; GC-MSD..

Use of nano substances for environmental safety

Gadirova E.M.
Baku State University, Department of Ecological Chemistry, Bakı, Azərbaycan
http://orcid.org/0000-0000-0000-0000, e-mail: elmina2010@mail.ru

АННОТАЦИЯ
Purification of aquatic ecosystems using nanotechnological methods is one of the most important problems from an environmental point of view and for this purpose, environmentally friendly TiO_2 nanoparticles were used. TiO_2 nano particles have excellent catalytic properties in photochemical processes as they are also environmentally friendly. Chemical-physical properties of TiO_2 nanoparticles have been investigated. The main aims of this study are to investigate the photochemical degradation of phenol with TiO_2 nanoparticles in the nitrogen mediun and nitrogen-free medium. Photochemical reactions were carried out in the presence of TiO_2 nanoparticles having the size of 10-30 nm. In this study, TiO_2 nanoparticles that have been used in photochemical reaction with phenol were synthesized by sol-gel method. TiO_2 nanoparticles were characterized by SEM and XRD-methods. Photochemical degradation of phenol was found to be better at pH>5. Decomposition of 1 mgL^{-1} phenol was 99% in the nitrogen-free medium. However, in the medium containing nitrogen, the decomposition of phenol decreased, the decomposition rate was determined 52 %. Quantitative analyzes were performed using high sensitivity Agilent 5975 mss detector equipped with an Agilent 6890N gas chromatograph. The process was carried out under the same conditions in the presence of the same amount of TiO_2 for 1 hour in the "Varian Cary 50" spectrophotometer. Was also studied the effect of the pH of the reaction medium on the course of the photochemical reaction. At the same time the adsorption properties of TiO_2 nanoparticles were studied. It has been found that TiO_2 nanoparticles have very poor adsorption capacity properties.

Ключевые слова: decomposition; nano-TiO2; XRD; SEM; GC-MSD.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1094

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ОБРАЗУЮЩИХСЯ НА ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПО ПЕРЕПЛАВКЕ СТАЛИ

Наиля Джафарова

Бакинский Государственный Университет
Доктор философии по химии,https://orcid.org/0009-0003-8314-0470,ceferova-nailem@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Как известно, сталеперерабатывающая промышленность оценивается как одна из очень важных отраслей с экономической и экологической точки зрения. В этой отрасли переработка устаревших стальных отходов, опасных для окружающей среды, имеет большое экономическое и экологическое значение. Так как, выгоден процесс добычи сырья и последующие этапы его переработки, позволяющие сэкономить на использовании природных ресурсов. В связи с этим переплавка стали имеет важное значение в минимизации загрязнения окружающей среды на отдельных участках металлургической промышленности. Однако, как и другие отрасли металлургической промышленности, переплавка стали также является одним из источников загрязнения окружающей среды. В ходе проведенных нами исследований установлено, что в сталеперерабатывающей промышленности в процессах утилизации вышедшего из строя стального технологического оборудования также используется большое количество воды. Объектом исследования стало Бакинское сталеплавильное предприятие. Впервые нами были проведены углубленные экологические анализы состава промышленных потоков – сточных вод, получаемых в ходе технологического процесса данного производства. Определены выбросы в атмосферу экотоксичных веществ - H_2S, SO_2, NH_3, SO_3, NO_2, Cl_2, HCl, HCN, которые содержатся в промышленных потоках, образующихся на основных производственных участках данного предприятия и испаряющихся за короткий период времени.

Ключевые слова: *переплавка стали, технологическое стальное оборудование, экономико-экологические, промышленные потоки, сточные воды, экотоксиканты, неорганические вещества.*

ВВЕДЕНИЕ

На основании информации, приведенной во многих технических литературах [1-13] и результатов научных исследований, опубликованных в научно-технических журналах, можно дать следующие пояснения:

- на рудодобывающих производствах, которые считаются крупными производственными объектами, добывающими основное сырье металлургической промышленности, используются большие объемы воды. При этом формируются и промышленные потоки в том же объеме. При добыче руды наряду с изменением рельефа большого количества почвы в окружающую среду в пыле-аэрозольной форме поступают содержащиеся в руде

соединения металлов, в основном оксиды и соли. Наряду с этим можно отметить, что в процессе добычи руды из-под недр, измельчения руды, обогащения и подготовки руд как товарного сырья к выплавке по требуемым показателям образуются промышленные потоки, содержащие определенное количество соединений тяжелых металлов.

- наряду с подготовкой сырья, необходимого для металлургической промышленности, на промышленных предприятиях по выплавке черных и цветных металлов постоянно образуются промышленные стоки – сточные воды, которые отличаются друг от друга и имеют очень сложные характеристики из-за своего состава.
- на сталеплавильных промышленных предприятиях происходят выбросы металлоорганических соединений с экотоксичными неорганическими веществами (H_2S, SO_2, NH_3, PH_3 и др.), которые выбрасываются в атмосферу в газообразной форме. В результате образования отходящих газов, промышленных стоков, а также полученных твердых отходов как в горнодобывающей, так и в сталелитейной промышленности происходит загрязнение окружающей среды. Именно поэтому мы целенаправленно провели углубленное экологическое мониторинговое исследование на предприятии «Baku Steel Company», которое является одним из перерабатывающих сталеплавильных промышленных предприятий. В ходе исследований установлено, что экотоксичные вещества, образующиеся при высокой температуре (~1800°C) в результате химических превращений многих неорганических веществ, содержащихся в составе реагентов, используемых при переплавке стали, коксе, известняке, ферромарганце, ферросиликомарганце, а также непригодном для использования стальном оборудовании переходят в состав вод, используемых для охлаждения.
- впервые нами определены концентрации быстро испаряющихся неорганических веществ с экотоксичными свойствами в сточных водах упомянутого промышленного предприятия. С помощью специальных приборов проводились экологические анализы концентраций в воздухе всех вредных веществ (газов и аэрозолей), а также экотоксичных веществ, образующихся на этом предприятии и выбрасываемых в атмосферу. Наряду с этим были взяты пробы и проведены исследовательские работы с целью углубленного аналитического анализа промышленных потоков и твердых отходов, образующихся на этом производстве. В данной статье были взяты пробы сточных вод, образующихся на вышеупомянутом учреждении, и состав проб был определен с помощью определенных аналитических методов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Предприятие Baku Steel Company, расположенное в Низаминском районе города Баку и являющееся одним из основных отраслей промышленности, считается одним из предприятий, использующих большое количество воды. В ходе исследования установлено, что в ходе технологических процессов на предприятии постоянно образуются вредные вещества, сточные воды и твердые отходы с различным составом и характеристиками. Нами с помощью специальных приборов было определено распределение в воздухе и состав газовых отходов, фактически образующихся на этом предприятии. Как мы уже упоминали ранее, одним из направлений основной исследовательской работы было определение состава промышленных потоков, образующихся и поступающих на данное предприятие. Для этого были взяты пробы воды из промышленных водотоков, которые образуются на указанных выше основных производственных участках, и направляются на очистные сооружения. Проведен качественный и количественный анализ состава

отобранных проб воды. Состав проб, отобранных на входе и выходе промышленных стоков, используемых в системе охлаждения указанной промышленной зоны, определялся с помощью прибора ICP-OES GBC Quantima.

В таблице 1 представлены результаты анализа проб воды, отобранных на Бакинском сталеплавильном предприятии.

Таблица 1.

Название компонента	Единица измерения	Вода, поступающая в систему охлаждения УЭДСП (входящая вода)	Вода, выходящая из системы охлаждения УЭДСП (выходящая вода)
SO_4^{2-}	мг/л	28.6	228.8
Cl^-	мг/л	96.9	95.5
H_2S^-	мг/л	0.02	1.5
Cl	мг/л	0.02	2.0
SiO_2^-	мг/л	14.12	14.96
Na^+	мг/л	137.8	222.5
K^+	мг/л	3.2	3.1
Al^{3+}	мг/л	9.49	41.4
Fe	мг/л	79.5	225.2
Mn	мг/л	0.372	7.98
Cu	мг/л	54.4	93.6
Mo	мг/л	23.7	25.0
Zn	мг/л	0.525	1.8
Pb	мг/л	0.162	0.673
Ni	мг/л	2.08	2.1
Cr	мг/л	3.44	4.68
B	мг/л	0.241	0.245
As	мг/л	<4	<4
Ba	мг/л	<0.6	<0.6
Hg	мг/л	<0.002	<0.02
Se	мг/л	<0.1	<0.1

Как видно из таблицы 1, в составе этих проб воды присутствуют растворенные вещества с экотоксичными свойствами. В ходе исследований установлено, что эти экотоксичные неорганические вещества, которые содержатся в экологически анализируемых пробах воды, испаряются за короткий период времени. Таким образом, промышленные потоки, формирующиеся на данном производстве, в свою очередь, можно оценивать как один из источников загрязнения атмосферного воздуха. Распределение летучих экотоксичных неорганических веществ из указанных проб воды в атмосфере в нормальных условиях независимо от температуры и их фактическую концентрацию в воздухе определяли с помощью мобильного газоанализатора Drager Tubes LLG. На этом же приборе были проведены экологические анализы концентраций в воздухе экотоксичных веществ, выбрасываемых в атмосферу на участках очистки сточных вод.

В ходе проведенных нами исследований впервые доказано, что образующиеся на вышеуказанном предприятии промышленные потоки приводят к загрязнению атмосферы опасными экотоксичными веществами как в рабочей зоне, так и за пределами предприятия.

Установлено, что на определенных расстояниях от этих промышленных потоков в зависимости от метеорологических условий концентрации этих экотоксичных веществ в воздухе разбавляются и достигают ПДК.

С целью определения концентраций распространения в воздухе быстро испаряющихся экотоксикантов, содержащихся в пробах промышленных потоков, отобранных из основных производственных помещений и очистных сооружений Бакинского сталеплавильного предприятия, эти пробы воды в лабораторных условиях сливались в специальные стеклянные емкости и в аспирационном шкафу измерялась степень испарения образцов. В ходе исследований установлено, что степень распространения экотоксичных веществ в воздушной среде в пробах промышленных потоков, взятых в разное время, близка друг к другу.

ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Как видно из основной технической литературы и приведенных выше пояснений, при проведении экологических исследовательских работ на промышленном предприятии наряду со сбором общих сведений о составе сырья и вспомогательных реагентов, также одним из важнейших вопросов является проведение экологического анализа состава, классификации, характеристик продукции и всех видов отходов. Поэтому, наряду с определением состава сырья и вспомогательных реагентов, используемых на вышеупомянутом предприятии, мы провели экологические исследования состава и характеристик всех видов отходов, получаемых в процессе производства. Часть этой исследовательской работы была проведена по определению причин образования, состава и особенностей негативного воздействия на окружающую среду промышленных потоков-стоков, образующихся на Бакинском сталеплавильном комбинате, который считается одним из предприятий тяжелой промышленности Баку. Как видно из результатов проведенных исследований, нами впервые установлено, что одним из источников загрязнения атмосферного воздуха предприятием являются промышленные потоки, образующиеся в производственных помещениях этого предприятия. Экотоксичные вещества, содержащиеся в этих потоках, за короткий период времени испаряются и распространяются в атмосфере меняя свою концентрацию в воздухе, и следовательно, указанное промышленное предприятие можно рассматривать как источник загрязнения атмосферы.

Несмотря на то, что каждое приведенное в литературе вредное вещество находится в пределах концентрации, разрешенной в рабочей и санитарной зонах, это приводит к загрязнению биосферы в целом наряду с загрязнением всех сфер. Установлено, что в результате этого можно оценивать данные вещества как источник негативного экологического воздействия на здоровье человека. Как отмечалось в начале статьи, непрерывное определение состава образующихся на предприятии промышленных потоков обоснованно можно считать экологически важной исследовательской работой. Как видно из предыдущих пояснений, в результате использования на Бакинском сталеплавильном предприятии вспомогательных реагентов различного состава и свойств в атмосферу выбрасываются вредные и экотоксичные вещества с различными свойствами. Образующиеся на этом предприятии промышленные потоки вызывают загрязнение атмосферы. Именно поэтому можно считать обоснованным, что максимальная очистка содержащихся в промышленных потоках вредных веществ с экотоксическими свойствами

физико-химическими методами играет важную роль в выполнении требований экологической безопасности в современную эпоху.

Таким образом, считаем целесообразным проведение экологических исследований по применению новой технологии очистки от соединений тяжелых металлов, указанных в таблице 1, наряду с очисткой летучих экотоксичных веществ из промышленных потоков, образующихся на предприятии, котором проводились экологические исследования. Можно отметить, что в качестве одного из основных результатов проведенных экологических исследований продолжаются исследования по очистке этих вод с целью снижения возможности негативного воздействия экотоксичных веществ, содержащихся в промышленных водотоках, на окружающую среду, здоровье работников в рабочей зоне, а также в санитарно-защитных зонах предприятия, и проведение ряда экологических исследований с различными направлениями в этой области можно рассматривать как важную актуальную тему и как одно из экологических требований времени.

ЛИТЕРАТУРА:

1. [Штраус В., Мэйорринг С. Контроль загрязнения воздушного бассейна. М.,Наука, 2009, 160 с.
2. Юсфин, Ю. С. Промышленность и окружающая среда / Ю. С. Юсфин, Л. И. Леонтьев, П. И. Черноусов. — М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. — 469 с.
3. Нисидзава, С. Подход к защите окружающей среды в черной металлургии Японии / С. Нисидзава // Сталь. — 2003. — № 4. — С. 71–75.
4. Металлургические методы переработки техногенного и вторичного сырья / Л. М. Симонян [и др.]. — М.: Изд-во НИТУ МИСИС, 2016. — 137 с.
5. Вадим Романов, Р. Романова, Выбросы вредных веществ и их опасности для живых организмов, ЛитРес, 23 июль, 2020
6. Воздействие металлургических предприятий на окружающую среду[Электронный ресурс]» URL: http://refleader.ru/jgeyfsyfsmeraty.html (дата обращение 13.04.2022)
7. Большина Е.П. «Экология металлургического производства. Новотроицк».: НФ НИТУ «МИСиС», 2012.155 с.
8. к.т.н. Рушников А.Ю, Переработка внутренних и промышленных сточных вод, Опубликовано в журнале СОК №1 | 2006
9. Sehiselo, Ndlow. Waste Production and Utilization in the Metal Eaxtraction Industry / Sehiselo Ndlow, G. S. Simate, E. Matinde. — CRC Press, 274. Sehiselo, Ndlow. Waste Production and Utilization in the Metal Eaxtraction Industry / Sehiselo Ndlow, G. S. Simate, E. Matinde. — CRC Press, 2017. — 512 p.
10. Sehliselo Ndlovu, Geoffrey S. Simate, Elias Matinde, Waste Production and Utilization in the Metal Extraction Industry, eBook-Boca Raton : Taylor & Francis, CRC Press, 2017, p.501
11. Mukuldev Khunte, International Journal of Industrial and Manufacturing Systems Engineering 3(Vol 3, No 1), Process Waste Generation and Utilization in Steel Industry, may 11, 2018, pp.1-5
12. Sushovan Sarkar, Debabrata Mazumder, Solid Waste Management in Steel İndustry-Challenges and Opportunities, 2018
13. İndustrial Wastewater Management, Treatment- İndustrial Wastewater Management, Treatment and Disposal, McGraw-Hill (eBook-0-07-159238-5), 2018

Təkrar polad əritmə müəssisəsinin sənaye axarlarında olan ekotoksikant qeyri-üzvi, uçucu maddələrin ekoloji təhlili

Nailə Cəfərova
Bakı Dövlət Universiteti
Kimya üzrə fəlsəfə doktoru,https://orcid.org/0009-0003-8314-0470,ceferova-nailem@mail.ru

XÜLASƏ

Məlum olduğu kimi təkrar polad əritmə sənayesi iqtisadi və ekoloji cəhətdən çox əhəmiyyətli sahələrdən biri kimi qiymətləndirilir.Bu sənayedə ətraf mühit üçün qorxulu olan sıradan çıxmış polad tullantılarının yenidən emal olunmasının böyük iqtisadi əhəmiyyəti ilə bərabər ekoloji cəhətdən də xeyirlidir.Ona görə ki, dünyada metallurgiya sənayesi üçün filiz çıxarma və onun sonrakı mərhələlərində emal olunması prosesləri təbii sərvətlərdən istifadə olunmasına qənaət edilmiş olur.Bununla əlaqədar olaraq həmin metallurgiya sənayesinin ayrı ayrı sahələrində təbii olaraq ətraf mühitin çirklənməsinin minimuma endirilməsində təkrar polad əritmənin əhəmiyyəti vardır.Lakin metallurgiya sənayesinin digər sahələri kimi təkrar polad əritmə istehsalat sahəsi də ətraf mühitin ekoloji çirklənmə mənbələrindən biridir. Tərəfimizdən aparılan tədqiqatlar zamanı müəyyən olunmuşdur ki, təkrar polad əritmə sənayesində istismarı mümkün olmayan, sıradan çıxmış polad texnoloji avadanlıqların təkrar emalı proseslərində də böyük həcmdə sudan istifadə olunur. Tədqiqatın obyekti Bakı Polad Əritmə müəssisəsi olmuşdur. Həmin istehsalatda texnoloji prosesi zamanı formalaşan, alınan sənaye axarları- tullantı suları tərkibinin ilk dəfə olaraq tərəfimizdən dərindən ekoloji təhlilləri aparılmışdır. Həmin müəssisənin əsas istehsalat sahələrində formalaşan sənaye axarlarının tərkibində olan və qısa müddət ərzində buxarlanan ekotoksikant xüsusiyyətli - H_2S, SO_2, NH_3, SO_3, NO_2 Cl_2, HCl, HCN kimi maddələrin atmosferə atılması tərəfimizdə müəyyənləşmişdir.

Açar sözlər: *təkrar polad əritmə, texnoloji polad avadanlıqlar, iqtisadi və ekoloji, sənaye axarları, tullantı suları, ekotoksikant, qeyri-üzvi maddələr*

Environmental Analysis of Ecotoxic Inorganic and Volatile Substances in the Industrial Effluents of a Secondary Steelmaking Facility

Naila Jafarova
Baku State University
PhD in Chemistry,https://orcid.org/0009-0003-8314-0470,ceferova-nailem@mail.ru

ABSTRACT

As is well known, the secondary steelmaking industry is considered one of the most important sectors from both economic and environmental perspectives. In this field, the processing of obsolete steel waste, which poses a threat to the environment, has significant economic and ecological importance. This is because the extraction of raw materials and their subsequent processing stages allow for the conservation of natural resources, making the process economically advantageous. Therefore, secondary steelmaking plays a crucial role in reducing environmental pollution in specific areas of the metallurgical industry. However, like other branches of the metallurgical sector, secondary steel production is also considered a source of environmental pollution. Our research has revealed that a significant amount of water is consumed during the recycling processes of decommissioned technological steel equipment. The object of the study was the Baku Steelmaking Plant. For the first time, in-depth environmental analyses of the composition of industrial streams—namely, wastewater generated during the plant's technological processes—were carried out by our team. It was determined that in the main production areas, the industrial effluents contain and rapidly release into the atmosphere a range of ecotoxic substances such as H_2S, SO_2, NH_3, SO_3, NO_2, Cl_2, HCl, and HCN.

Keywords: secondary steelmaking,technological steel equipment, economic and environmental, industrial effluents, wastewater, ecotoxicant, inorganic substances.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1100

RESEARCH OF DIFFERENT TECHNOLOGICAL SCHEMES FOR THE PRODUCTION OF PINK WINES

Imanova Konul
[1]Vinemaking and technology" Department,Azerbaijan Cooperation University
Doctor of philosophy in technical sciences,https://orcid.org/0009-0004-3850-5319,imanovakonul75@mail.ru

ABSTRACT

The color of rosé wines can vary depending on the grape variety and the length of time it has been kept on the lees. Rosé wines differ from red wines not only in color but also in composition. When made from the same grape variety, the alcohol content can be the same or slightly higher than that of red wines. This is because both the astringent effect of the lees and the long fermentation on the lees cause the alcohol to evaporate in red wines. Due to the short fermentation period, fewer dry substances pass through the skin and seeds, so their amount in the wine is lower.

Keywords: rosé wines, grape variety, white method, red method, fermentation time.

INTRODUCTION

In recent years, there have been trends in the decline of wine consumption worldwide. On the one hand, this is due to the pandemic that began in early 2020, and on the other hand, it is due to profound changes in the winemaking sector. Now, the world is witnessing a shift in the location of traditional winegrowing and winemaking centers. Thus, some countries that were previously among the strongest producers are now organizing their own production. Among them, the Asian giant China should be specially noted. This country has even surpassed France in terms of the area of vineyards and is second only to Spain. All this has created serious market problems for wine-producing countries.

The Azerbaijani state, which deeply appreciates what is happening in the world, has adopted important laws and state programs aimed at developing the sector in recent years, helping the sector recover from the recession it has been experiencing and embark on the path of progress. The “State Program on the Development of Viticulture in the Republic of Azerbaijan in 2012-2020” and the “State Program on the Development of Winemaking in the Republic of Azerbaijan in 2018-2025” were adopted by the relevant decrees of the President of the country, directly related to viticulture and winemaking. The mentioned Programs contribute to the reconstruction and fundamental development of the sector [1]

The technology of production of pink wines is similar to that of white wines, the difference is only in the initial stage. There are two main methods of production of pink wines: direct pressing and maceration. In the first case, colored grapes are pressed, the juice is separated from the skin very quickly. It is only slightly colored, and the wine obtained from it acquires a light pink color. The wine obtained with this technology is sometimes called gray.

In the second case, the juice of red grape varieties is still macerated. If it is for the production of red wine, the juice is fermented with wine for about a week, but to obtain pink wines, it is

enough to keep it macerated for a few hours. This method ensures that the wine has a fuller shade and taste [2].

Sufficiently colored, pink wines close to red wines are obtained by continuous maceration or fermentation of the maceration obtained from pink and red grape varieties. Pink wines close to white wines are obtained by processing red varieties in the white method. Pink sour wines cannot be named only by the place of production. These are varietal, sepage and coupage wines obtained from pink, white and red grape varieties [7].

Numerous studies have been conducted on the role of the method of production in the quality of wine. Also, scientists from different countries have used various methods and technological schemes for the preparation of pink wines. The results obtained were striking in their diversity and diversity, and varied depending on specific conditions. Therefore, studies were conducted using this information as research materials.

The object of research was the product, juice, marc, wine material obtained from aboriginal and introduced grape varieties, preparation and processing technology, cultivation process and equipment. In addition to using one variety in winemaking, sepage and coupage methods are also used.

The production of an independent type of pink wines is mainly carried out in France. Here, pink Bordeaux, Bordeaux claret, and Burgundy pink are produced, which can be considered as the standard for sour wines. In this country, the legislative base and unique technological methods of the technology of obtaining pink wines have been developed. One of them is winemaking in the pink method, in other words, the processing of grapes in the pink method. The essence of this technology is that sufficiently colored grape varieties are processed in the red method, in other words, by keeping the juice in the press for 6-24 hours and sometimes fermenting it. The obtained juice is immediately cooled and very carefully settled so that large suspensions do not pass into the juice. This technology creates the basis for the presence of a minimum amount of phenolic compounds and a sufficient amount of anthocyanins in pink wines.

In other countries, classical technology is almost never used. For France, it is traditional and provides for the production of various pink wines, depending on the grape varieties and local conditions. Thus, gray, slightly colored clarets are obtained from the Senso, Grenache Noir, and Pinot Noir grape varieties; pink wines are obtained from the Cabernet Franc, Mourvèdre, and Cabernet Sauvignon grape varieties.

Professor G.G. Valuyko distinguishes 17 technological schemes of grape processing, which combine 30 technological operations performed in different variants for different types of wines. The grape processing scheme is given in a simplified form (Fig. 1).

As can be seen, three schemes reflect winemaking by the white method. They were adopted for champagne, cognac, and sherry wine materials. In this case, the pressing of the whole bunch of grapes (scheme 1) is a classic French method of processing champagne grape varieties, also called the “champagne method” in winemaking.

At the same time, there is a classic technology for the preparation of pink wines (Provence, France), which involves the processing of red grape varieties by the “pink method”. Its meaning is that in order to obtain a light pink color, the mash is kept in a quiet-static mode (without a mixer) for 6-10 hours. The resulting juice is well cleaned of sediments before fermentation, as is the case for white wines. The remaining operations are the same [11]

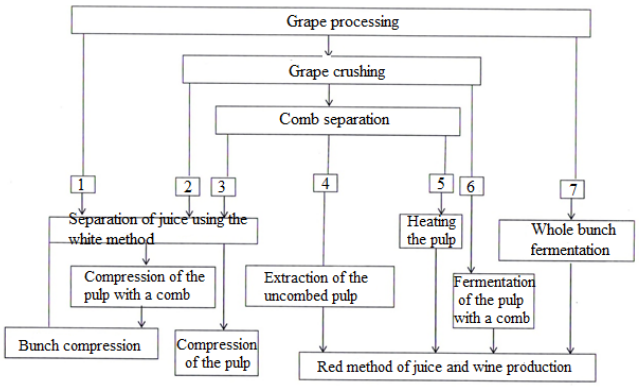


Fig. 1.Technological scheme of grape processing by white (1, 2, 3) and red methods (4, 5, 6, 7)

In the CIS countries, pink wines are obtained from a mixture of red (pink), red and white, varieties in accordance with the technology for obtaining white table wines, as well as by blending white and red wine materials. These wines are also allowed to be prepared by the red method with a short storage of the juice in the mash.

In the CIS countries, branded pink wine is not produced, but ordinary pink sour wines are produced under 12 names.

In Moldova, an ordinary pink sour wine called Kaushan is produced. This wine is made according to the coupage technology used in the past at "Magarach".

Azerbaijan is one of the countries with a tradition of pink wines. As early as 1948, pink "Hadrut" wine was produced in Karabakh. This wine was obtained from a mixture of Khindogny, white and red grape varieties using sepage-coupage technology. The color of the wine is from pink to dark pink, the aroma is of a varietal character, the taste is harmonious, full, fresh and slightly acidic [6].

Khindogny grapes grown in the village of Hadrut are harvested at a sugar content of 16-19% and a titratable acidity of 6-7 g/dm3. The grapes brought to the factory are processed using the white method. The juice obtained is left to rest for 18-20 hours. The settled juice is poured into oak barrels, 3% pure yeast solution is added to it, fermented and then separated from the sediment. In December, a second transfer is carried out and processed. Using a similar technology, "Winter" pink wine is prepared from the Khindogni grape variety cultivated in Karabakh. [4].

For "Al Sharab" pink wine, the Tavkveri grape variety is harvested with a sugar content of 16-19% and a titratable acidity of 6-7 g/dm3. The grapes brought to the factory are crushed, the stalks are separated, the juice is sulfidized and left to rest. After 18-24 hours, the juice is fermented, pure yeast solution is added to it. After complete fermentation and sufficient settling, the wine is separated from the sediment. It is topped up no less than 1-2 times a week. Further processing of the wine is carried out in accordance with technological instructions. The wine is ordinary and not cultivated.

The color of pink wines can vary depending on the grape variety and the length of time it has been kept in the press. Pink wines differ from red wines not only in color but also in composition. When made from the same grape variety, the alcohol content can be the same or slightly higher than that of red wine. This is because both the astringent effect of the lees and the long-term

fermentation in the lees cause the alcohol to evaporate in red wines. Due to the short fermentation period, less dry matter passes through the skin and seeds, so their amount in the wine is low.

Researchers have shown that color is an important characteristic in the evaluation of pink wines and that pink wines have different color intensities and color tones, and that pink wines that are close to light red and light in color have a yellowish color, and that the color intensity is related to the compounds contained in pink wine [8].

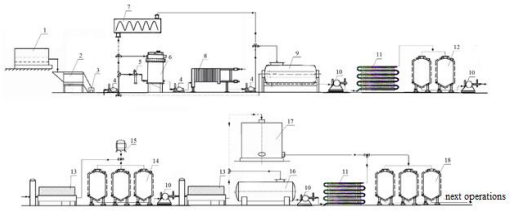
The intensity and rate of dissolution of anthocyanins in the grape skins affect the color of rosé wine. In these wines, the higher tannin content than the anthocyanin content causes a yellowish color. Rosé wines should not be orange or yellowish coffee. Rosé wines that have been stored for too long or have undergone excessive oxidation due to processing will have a coffee or yellowish coffee color tone. Young rosé wines that have been kept in a very short period of maceration have a reddish pink color. Young rosé wines with a fruity aroma that have been kept in a long period of maceration are raspberry in color [9].

Another method of making rosé wine is as follows. The grapes are crushed, filled into a jug, sulfurized and left to stand. After 24 hours, a portion of the juice in the jug is taken and processed. There is a difference between wines obtained in this way and rosé wines. Before the juice is extracted, strong sulfurization is carried out, and since the fermentation period in the maceration is longer, more minerals, tannins and coloring substances are dissolved. Such wines, called coffee wine (Vin de cafe) or 24-hour wine (Vin de 24 houres), have a soft, fresh and fruity taste.

Perez-Magarino and colleagues used classical multivariate analysis technologies to classify different rosé wines according to their geographical origin. These technologies were found to give results reaching 100% in the classification of rosé wines. At the same time, they reported that the amount of phenolic substances has a great influence on the classification of color tone and color density values [10].

Amerin reported that a maceration period of 24 hours is sufficient for the production of rosé wines.

Recent studies in the field of improving the technology of rosé wines have used local grape varieties. The indigenous grape varieties Madrasa and Khindogni are considered suitable raw materials for the production of various wines. Mechanical and physicochemical analysis of the product obtained from these varieties indicates that it can also be a suitable raw material for pink wines. The technology that allows the production of high-quality pink wines from these grape varieties has been developed by us and applied at “Az-Granata” OJSC as part of an improved apparatus-technological scheme. This technology allows the production of single-varietal, as well as sepage and coupage pink wines.



1-receiving-feeding bunker; 2-shaft destemmer-crusher; 3-ribbon belt; 4-crushing pump; 5-sulfitizer; 6-reservoir for storing the mash; 7-mash heater; 8-ultracooler; 9-membrane press; 10-juice pump; 11-tube-tube heat exchanger; 12-settling tanks; 13-vacuum-perlite filter; 14-fermentation battery; 15-yeast doser; 16-reservoir for equalization; 17-coupage; 18-thermos tanks for storing wine material at a temperature of +12-+14^{0}C

The ratio of leucoanthocyanins to anthocyanins and color intensity, which are important indicators of the color quality of pink wines, were determined experimentally. This ranged between 1.81-2.50 and 0.33-0.47 in Madrasa wine samples; 1.87-2.16 and 0.40-0.52 in Khindogni. According to their composition and organoleptic properties, samples prepared with 3 and 6 hours of maceration were selected with superior indicators [3].

One of the main features of this technological scheme is that it is possible to prepare pink wines using the coupage method at the same time. In this case, the mash taken by the mash pump-4 is sulfited in the sulfitizer-5, passed through a three-way tap and fed to the mash-heater-7. Here, the mash is heated to a temperature of 40-45^{0}C and then passed through a three-way tap and fed to the membrane press-9. The first fraction obtained from the pressing of the mash is taken as juice, the juice is cooled in a tube-to-tube type cooler-11 at a temperature of 20-25^{0}C. The rest of the process continues in the same way as above until the coupage. At the same time, the mash taken by the mash pump-4 is directly fed to the membrane press-9 and the juice obtained by immediately squeezing (white method) is transferred to the subsequent operations. Both wine materials obtained in this way are separately fed to the coupage-17 through a three-way tap. After being couped here, they are transferred to thermos reservoirs-18 to be stored at a temperature of 16-18^{0}C. This provides the second scheme implemented here. Here, the preservation of acidity and freshness, which are characteristic of pink wines, is ensured by the application of cold during maceration and storage [5].

The study of the conducted studies gives grounds to come to the following conclusion;

1. The composition and quality of pink wines vary depending on the technological methods applied.
2. As can be seen, the production of pink wines is significantly affected by local conditions, grape varieties, grape composition, phenolic compounds, etc.
3. The amount of compounds varies depending on the regions where grape varieties are grown.

Considering this, the selection of grape varieties for the production of pink wines in our country, the development of more optimal and progressive technology for wine material and wine production are very relevant.

References

1. Azərbaycan Respublikasında 2012-2020-ci illərdə üzümçülüyün inkişafına dair Dövlət Proqramı. [Elektron resurs]. Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 15 dekabr 2018-ci il tarixli 1890 nömrəli Sərəncamı. www.e-qanun.az/framework/22694
2. Fətəliyev, H.K. Süfrə şərablarının müasir texnologiyası. / H.K.Fətəliyev, E.E.Heydərov. – Bakı: Ecoprint, - 2017, - 336 s.
3. Fətəliyev H.K. Şərabın mikrobiologiyası. Dərslik./H.K.Fətəliyev.Bakı:Elm,2016,342 s.
4. İmanova, K.F. Çəhrayı şərabların texnologiyasının tədqiqi. / K.F.İmanova, H.K.Fətəliyev. // Azərbaycan Aqrar Elmi jurnalı, №3, - Bakı, - 2019, - s. 126-130.
5. Pənahov, T.M. Şərab istehsalı üçün xammalın seçilməsi və texnoloji təlimatın hazırlanması. / T.M.Pənahov, M.Ə.Hüseynov, H.N.Nəsivov [və b.]. // Üzümçülük və Şərabçılıq Elmi-Tədqiqat İnstitutunun elmi əsərlər məcmuəsi. – Bakı, 2017, s. 101-107.
6. İmanova K.F. Çəhrayı şərabların texnologıyasının təkmılləşdırılməsı yollarının araşdırılması. Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi lmaq üçün təqdim edilmiş dissertasiya, Gəncə 2022, s.103-105
7. Лисовец, А.А. Исследование окраски розовых вин. / А.А.Лисовец, Э.М.Соболев, Н.М.Агеева [и др.]. // Известия ВУЗОВ, Пищевая технология, - 2009, №2-3, - с. 54-56.

8. Червяк, С.Н. Зависимость цветовых характеристик вин от способа переработки винограда. / С.Н.Червяк, М.Б.Ермихина. // Виноградарство и виноделие, - 2019, Т.48, - с. 64-65.
9. Kelebek, H. HPLC-DAD-M Sanalysis of anthocyanins in rose wine made from iv Öküzgözü grapes, and effect of maceration: time on anthocyanin content. / H.Kelebek, A.Canbas, S.Selli. // Journal Chromatographia, - 2007, T.66, №3, - p. 207-212.
10. Perez-Magarino, S. Prediction of red and rose wine CiELab parameters from simple absorbance measurements. / S.Perez-Magarino, M.L.Gonzales-San Jose. // Journal of the Science of Food and Agroculture, - 2002, T.82, №11, - p. 1319-1324.
11. Puertolas, E. Experimental design approach for the evaluation of anthocyanin content of rose wines obtained by pulsed electric fields. Influence of temperature and time of maceration. / E.Puertolas, G.Saldana, I.Alvarez [et al.]. // Journal of Food Chemistry, - 2011, T.126, №3, - p. 1482-1487.

Çəhrayı şərabların istehsalı üçün müxtəlif texnoloji sxemlərin araşdırılması

Imanova Konul

Üzümçülük və texnologiya" kafedrası,Azərbaycan Kooperasiya Universiteti
Texnika elmləri üzrə fəlsəfə doktoru, https://orcid.org/0009-0004-3850-5319, imanovakonul75@mail.ru

XÜLASƏ

Çəhrayı şərabların rəngi istifadə olunan üzüm sortundan və zəmilərdə saxlanma müddətindən asılı olaraq dəyişə bilər. Çəhrayı şərablar yalnız rəng baxımından deyil, tərkib baxımından da qırmızı şərablardan fərqlənir. Eyni üzüm sortundan hazırlandıqda, onların spirt tərkibi qırmızı şərablara nisbətən eyni və ya bir qədər yüksək ola bilər. Bu isə onunla izah olunur ki, çökəklərin büzücü təsiri və uzunmüddətli fermentasiya prosesi nəticəsində qırmızı şərablarda spirtin bir hissəsi buxarlanır. Çəhrayı şərabların fermentasiya müddəti qısa olduğundan, üzüm qabığı və tumlarından keçən quru maddələrin miqdarı daha az olur və bu da şərabın ümumi tərkibinə təsir edir.

Açar sözlər: çəhrayı şərablar, üzüm sortu, ağ üsul, qırmızı üsul, fermentasiya müddəti.

Исследование различных технологических схем производства розовых вин

Иманова Конуль

"Кафедра виноградарства и технологии", Азербайджанский Кооперативный университет
Кандидат технических наук,https://orcid.org/0009-0004-3850-5319, imanovakonul75@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Цвет розовых вин может варьироваться в зависимости от используемого сорта винограда и длительности выдержки на осадке. Розовые вина отличаются от красных не только по цвету, но и по составу. При изготовлении из одного и того же сорта винограда содержание алкоголя в розовых винах может быть таким же или немного выше, чем в красных винах. Это объясняется тем, что в красных винах часть алкоголя испаряется из-за вяжущего воздействия осадка и продолжительного процесса ферментации. Поскольку ферментация розовых вин продолжается недолго, количество сухих веществ, переходящих из кожуры и семян винограда, значительно меньше, что оказывает влияние на общий состав вина.

Ключевые слова: розовые вина, сорт винограда, белый метод, красный метод, время ферментации.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1106

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ МОЛОЧНЫХ И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

[1,2]Сеидова Хаяла Гейдар, [1]Агаева Тарана Сафар, [1,2]Гулиева Илаха, Мамедова Айнур

[1]Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Баку, Азербайджан
[2]Институт Нефтехимических Процессов имени акад. Ю.Г.Маммедалиева, Баку, Азербайджан
[1] http://orcid.org/0009-0006-8451-064x,seidovakh@gmail.com
[2] http://orcid.org/0009-0001-0329-5137,tarana.agayeva@asoiu.edu.az
[3]http://orcid.org/0000-0002-1938-1320,aynurnargiz13@gmail.com

Абстракт
Одной из ключевых задач, стоящих перед обществом в веках, является обеспечение людей питательными и безопасными продуктами питания. Особое значение в поддержании здоровья и долголетия человека играют продукты с высокой питательной ценностью, в частности, натуральные молочные изделия. Молоко и молочная продукция – это неотъемлемый компонент сбалансированного питания на всех этапах жизни человека. Молочные изделия, прошедшие проверенной временем путь, занимают особое место в пищевых предпочтениях разных эпох. Современность представляет обширный выбор молочной продукции, однако увеличение объёмов производства не гарантирует автоматически её безопасность. Проблема качества продуктов питания становится актуальным вопросом национальной безопасности, так как от неё зависит здоровье будущих поколений. В контексте обеспечения продовольственной безопасности, многие государства, в том числе и Республика Азербайджан, уделяют особое внимание контролю за производством пищевых товаров, стремясь предоставить населению здоровые и качественные продукты. Это подчёркивает важность государственной политики в сфере сельского хозяйства, направленной на защиту и укрепление здоровья граждан. В статье даны микробиологический анализ проб молоко и молочных продуктов взятых в Азербайджане.

Ключевые слова: *молоко, молочные продукты, микробиологические параметры*

Для обеспечения надёжной безопасности молока и молочной продукции необходимо располагать глубокими знаниями в области технологий производства пищи, актуальными данными по микрофлоре этих товаров, их химическим свойствам и особенностям физиологии продуктов с точки зрения влияния на здоровье потребителей.

Цель представленной статьи – систематизировать научные знания о факторах, обеспечивающих безопасность и качество молока и молочных продуктов, и обобщить микробиологические показатели некоторых продуктов.

В древности врачи называли молоко «соком жизни». Они предложили методы лечения туберкулеза и других заболеваний с помощью молока различных животных. По мнению Гиппократа, коровье молоко уместно употреблять при подагре и малокровии, козье

и лошадиное — при туберкулезе, ослиное — при коклюше и других различных заболеваниях.

Компании по производству молоко и молочных продуктов накопила многовековой богатый опыт и большие достижения в Европе. С этой точки зрения Дания, Нидерланды и Швеция особенно отличаются от стран Северной Европы. Сейчас корова голландской породы дает в среднем 4150 литров молока в год. Как известно, молоко – скоропортящийся продукт питания. Конечно, этот вопрос по порче молока всегда беспокоила тех, кто имеет дело с молоком. Молоко можно хранить длительное время в 2-х состояниях: сушеном и сгущенном.

В древних странах Востока молоко сливали в мотала или кожаный мешок для получения так называемых «застывших молочных кусочков». Через некоторое время молоко разделяется на воду и твердые вещества. Воду они перелили в другую миску, но к твердой части не прикоснулись. Твердая часть затвердевает медленно. Полученную твердую массу разрезали и съедали или растворяли в воде и принимали в виде холодного напитка.

Молоко и молочные продукты также широко используются в Азербайджанской Республике. В последние годы в связи с развитием сельской экономики в Азербайджане потребности населения удовлетворяются за счет местной продукции. Многие компании занимаются производством молока и молочных продуктов. К ним относятся «Азерсуд», «Афина», «Милла» и др. Помимо наличия собственных ферм, эти компании также занимаются сбором и переработкой молока у населения, занимающегося разведением крупного рогатого скота.

Молоко содержит более 120 различных элементов, а также 20 аминокислот, 64 жирные кислоты, 40 минералов, 15 витаминов, десятки ферментов и т. д. есть Молоко содержит в среднем 87,6% воды. Вода может быть в 2 формах: свободной и комбинированной. В объединенном виде вода содержит более 2-3,4% белков.

В основном производят коровье молоко и получают из него различные молочные продукты. В некоторых странах также используют верблюжье, козье, зебу, овечье, коровье и лошадиное молоко. Цвет овечьего молока белый, слегка желтоватый. Он непригоден для питья, так как имеет неприятный запах пота. Количество жира в овечьем молоке составляет 1,3-1,5 по сравнению с коровьим молоком; а с белками в 1,5-1,8 раза больше. При этом диаметр жировых шариков относительно велик. Сыры Чанах, Брынза и Моталь обычно производят из овечьего молока.

Жировые шарики в козьем молоке, имеющие специфический запах, очень мелкие и их трудно отделить. Его состав аналогичен материнскому молоку. По этой причине во многих регионах малышей кормят козьим молоком. Содержание белка и жира в молоке буйволиц очень богато. В таком молоке содержится 5-6% жира и 3,7-4,2% белка. Имеет специфический вкус, много витамина А. В процессе производства используются преимущественно сливочное масло, йогурт, процеживание, сливки и сыры на закваске.

Систему повышения качества молочной продукции и защиты ее безопасности правильно разделить на 5 частей: - Надлежащая производственная практика (GMP); - Контроль качества (QC); - Надлежащая гигиеническая практика (GHP); - Цепное управление (CC); - Анализ опасностей по критическим контрольным точкам (HACCP).

Согласно решению Агентства по безопасности пищевых продуктов Азербайджанской Республики от 3 ноября 2020 года 19-того Совета микробиологические

параметры молока и молочных продуктов определены ISO21528-1, 21528-2, ISO 16649-3, EN/ISO 6579, EN/ISO 11290 -1, EN/ISO 6888-1, 6888-2, EN/ISO 11290-1, ISO 16649-1, 16649-2, ISO 16649-3. В следующей таблице приведены микробиологические показатели молока и молочных продуктов по стандартам:

Таблица 1. Микробиологические показатели молока и молочных продуктов

	Категория еды	**Микроорганизмы**	**Стандарты**
1.	Пастеризованное молоко	Enterobacteriaceae	İSO21528-1
2.	Кисломолочные продукты	E.coli	İSO 16649-3
		Salmonella	EN/İSO 6579
3.	сливки	Koaqulyaz + stafilokok	EN/İSO 6888-1 və ya 6888-2
		Salmonella	EN/İSO 6579
		L.monocetogenes	EN/İSO 11290-1
4.	Пастеризованные сливки	Salmonella	EN/İSO 6579
		L.monocetogenes	EN/İSO 11290-1
5.	Сливочное масло и пищевые молочные продукты	Koaqulyaz + stafilokok	1. EN/İSO 6888-1 6888-2
		Salmonella	EN/İSO 6579
6.	Сухие молочные продукты	Enterobacteriaceae	İSO21528-2
		Koaqulyaz + stafilokok	EN/İSO 6888-1 və ya 6888-2
		Salmonella	EN/İSO 6579
7.	Сыр	Koaqulyaz + stafilokok	EN/İSO 6888-1 və ya 6888-2
		Salmonella	EN/İSO 6579
		L.monocetogenes	EN/İSO 11290-1
7.	Плавленые сыры и сырные продукты	E.coli	İSO 16649-1 və ya 2
		L.monocetogenes	EN/İSO 11290-1
8.	Сгущенное молоко и молочные продукты	E.coli	İSO 16649
		Salmonella	EN/İSO 6579
9.	Мороженое и замороженные молочные десерты	Enterobacteriaceae	İSO 21528-2
		Salmonella	EN/İSO 6579
		L.monocetogenes	EN/İSO 11290-1

Целью нашего исследования было проведение микробиологического мониторинга и изучение состава микрофлоры молока и молочной продукции, продаваемых в торговой сети Азербайджана.

Микробиологический анализ и сбор молока были выполнены в соответствии со стандартами. Пробы готовились перед посевом. Сначала пробу разводят стерильным раствором хлорида натрия в соотношении 1:10. Чтобы определить микроорганизмы в молоке, каждую приготовленную пробу тестировали путем посева на твердые и жидкие пищевые среды. В среде Эндо обнаруживали кишечную палочку, среду Булира обнаруживали колиты и кровяной агар обнаруживал гемолитические кокки. В результате значительной микробной обсемененности 60% проб молока относились к 2-му сорту или несортовому, а 40% соответствовали 1 сорту. Результаты даны в таблице 2.

Таблица 2. Результаты анализов проб.

	Количество микроорганизмов, тыс.клеток/мл раствор	Титр кишечной палочки, мл	Отнесение по сорту
1	650	0,1	2
2	830	0,15	2
3	700	0,1	1
4	1100	0,012	2
5	1250	0,012	1
6	1050	0,012	2
7	80	0,1	2
8	50	0,1	2
9	80	0,1	1
10	55	0,1	1

Как видно из анализов, взятые пробы по значительной микробной средой 60% проб молока относились к 2-му сорту или несортовому, а 40% соответствовали 1 сорту.

В итоге взятые молочные продукты по анализу дали удостоверительные результаты.

Литература

1. Титенкова В.К., Прокопьева А.К. Микробиологические показатели молока коров, полученного в стационаре университета // Студенческая наука - взгляд в будущееКрасноярск, 26–27 марта 2020, стр. 370-373.
2. Симоненкова А.П., Демина Е.Н., Казаков А.В. Инновационные подходы к проектированию рецептур молочных продуктов в рамках реализации программы "три молочных продукта в день" // Ползуновский Вестник, № 1, 2019, Стр. 80-84
3. Kharitonov V.D., Asafov V.A., Kuznetsov P.V., Gabrielova V.T. Multi-stage method of milk powder production: energy costs analysis // Food Processing: Techniques And Technology, Т 51, № 2, 2021, Стр.395-401.
4. Болатханова С.Е., Какимова Ж.Х., Мирашева Г.О., Толеубекова С.С. Сүт сарысуынан жасалған ақуызды өнімдер // Вестник университета шакарима. серия технические науки, 1 (1), 2021, Стр.37-39.
5. Temerbayeva M.V. Mathematical modeling of experimental data in the design of formulas for dairy products // Вестник инновационного евразийского университета, 1 (89), 2023, Стр.166-172
6. Makhmudov V.V. İntroduction of a mandatory "честный знак" labeling system when dealing with dairy products // Бизнес-образование в экономике знаний, 1 (24), 2023, Стр.43-48
7. Kuts O.I., Verbytskyi S.B., Bokova S.L., Kozachenko O.B., Patsera N.M.Theoretical and practical issues of standard specifications for meat and milk products // Bulletin of the M. Kozybayev NKU, № 3 (55)., 2022. С. 127-139.
8. Пильникова С.Д., Лопаева Н.Л. Оценка проблем качества молока и безопасности пищевых продуктов в сложной цепочке создания стоимости молочных продуктов // Молодежь и наука. 2024. № 2.

Azərbaycanda bəzi süd və süd məhsullarının mikrobioloji təhlili

[1,2]Seidova Xəyala., 1Ağayeva Təranə, [1,2]Quliyeva İlahə, [1]Məmmədova Aynur
[1]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan
[2]Akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neftkimya Prosesləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan
1 http://orcid.org/0009-0006-8451-064x, seidovakh@gmail.com
2 http://orcid.org/0009-0001-0329-5137, tarana.agayeva@asoiu.edu.az
3 http://orcid.org/0000-0002-1938-1320, aynurnargiz13@gmail.com

Xülasə
Cəmiyyətin qarşısında duran əsas vəzifələrdən biri insanların qida baxımından dəyərli və təhlükəsiz məhsullarla təmin edilməsidir. Xüsusilə, yüksək qida dəyərinə malik olan, təbii süd məhsulları insan sağlamlığının və uzunömürlülüyünün qorunmasında mühüm rol oynayır. Süd və süd məhsulları insan həyatının bütün mərhələlərində balanslaşdırılmış qidalanmanın ayrılmaz tərkib hissəsidir. Tarix boyu sınaqdan çıxmış süd məhsulları müxtəlif dövrlərin qida zövqlərində xüsusi yer tutmuşdur. Müasir dövrdə süd məhsullarının çeşidi çox olsa da, istehsal miqyasının artması məhsulların təhlükəsizliyinə təminat vermir. Qida məhsullarının keyfiyyəti məsələsi milli təhlükəsizlik kontekstində mühüm əhəmiyyət kəsb edir, çünki bu, gələcək nəsillərin sağlamlığı ilə birbaşa bağlıdır. Qida təhlükəsizliyinin təmin olunması istiqamətində bir çox ölkələr, o cümlədən Azərbaycan Respublikası, qida məhsullarının istehsalına nəzarətə xüsusi önəm verir və əhaliyə sağlam və keyfiyyətli məhsullar təqdim etməyə çalışır. Bu, vətəndaşların sağlamlığının qorunmasına yönəlmiş aqrar siyasətin əhəmiyyətini bir daha önə çıxarır. Məqalədə Azərbaycandan götürülmüş süd və süd məhsulları nümunələrinin mikrobioloji təhlili təqdim olunur.
Açar sözlər: süd, süd məhsulları, mikrobioloji göstəricilər

Microbiological Analysis of Some Milk and Dairy Products in Azerbaijan

1,2Khayala Heydar Seidova, 1Tarana Safar Agayeva, 1,2Ilaha Guliyeva, Aynur Mammadova
1Azerbaijan State University of Oil and Industry, Baku, Azerbaijan
2Y.H. Mammadaliyev Institute of Petrochemical Processes, Baku, Azerbaijan
1 http://orcid.org/0009-0006-8451-064x, seidovakh@gmail.com
2 http://orcid.org/0009-0001-0329-5137, tarana.agayeva@asoiu.edu.az
3 http://orcid.org/0000-0002-1938-1320, aynurnargiz13@gmail.com

Abstract
One of the fundamental challenges faced by societies throughout history has been ensuring access to nutritious and safe food. Products with high nutritional value, particularly natural dairy products, play a vital role in maintaining human health and longevity. Milk and dairy products are essential components of a balanced diet at all stages of life. These products, having withstood the test of time, have consistently held a prominent place in the dietary preferences of different historical periods. Today, although the variety and volume of dairy production have significantly increased, this expansion does not automatically guarantee product safety. The quality of food products is now a matter of national security, as it directly impacts the health of future generations. In the context of food security, many countries, including the Republic of Azerbaijan, prioritize strict control over food production, striving to ensure that the population has access to safe and high-quality food. This highlights the importance of agricultural policies aimed at protecting and improving public health. The article presents a microbiological analysis of milk and dairy product samples collected in Azerbaijan.
Keywords: milk, dairy products, microbiological parameters

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1111

RHEOLOGY IN FOOD RESEARCH

T.M. Naibova[1], A.A. Mammadova[2] , K.Q. Abbasova[3], N.A.Omarova[4], G.Z. Cabrayılova[5]
Department of Chemical Technology, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan

[1] Docent, Associate professor ,http://orcid.org/0000-0001-5543-1033,tamilla.naibova@asoiu.edu.az
[2] Teacher ,http://orcid.org/000-0002-6828-2628, aytan.mammadova.a@asoiu.edu.az
[3] Laboratory assistant of the department ,http://orcid.org/0000-0001-8327-0791,abbasova.konul@mail.ru
[4] Laboratory assistant of the department ,http://orcid.org/0000-0002-8721-1059,nergiz_ktf@mail.ru
[5] Student ,gullucebrayilzade4@gmail.com

ABSTRACT

It is important to pay attention to the indicators of hardness, viscosity, elasticity, plasticity, strength, hardness, etc. when assessing the quality of various food products with maximum accuracy. Recently, when examining food products, it is advisable to pay attention mainly to qualitative indicators. For this purpose, it is preferable to use conditional and subjective methods. Structural-mechanical and rheological methods are also used. The main rheological parameters of food products of various nature include their viscosity, plasticity, strength and elasticity. The fluidity (rheology) of food products occurs, that is, the process of relative displacement of their molecules, and the relative displacement (deformation) becomes equal to the ratio of the absolute displacement (deformation) to the original size. In this case, the effective viscosity is considered as its ratio to the flow velocity.

The plasticity of food products is their ability to have a large residual deformation without destruction, that is, it is characterized by the cost of the final residual deformation without destruction. The greater the residual deformation, the greater the plasticity of food products. The resistance of food products to shape changes and external influences is characterized by their strength. The internal elasticity resulting from external influences is characterized as the intensity of forces. Ideal elasticity in food products, the energy spent on its deformation accumulates in the product itself, and after eliminating the external influence, the spent energy is restored. On the other hand, ideal plasticity is felt as an element that continuously decreases quantitatively on a horizontal surface, regardless of the normal force.

The main properties of products in elastoplastic, elastically viscous, and viscoelastic states have been studied using Hooke, Maxwell, and Kelvin models, respectively. When examining food products of both animal and plant origin, special attention should be paid to the safety and quality of food products. Thus, in the examination of food products, the analysis of their composition, microbiological state, physico-chemical parameters is one of the problems that is characterized by its relevance.

Keywords: *food products, deformation, toughness, elasticity, plasticity, rheology, hardness*

INTRODUCTION

For the production of any product, which is the main process in food engineering, it is necessary to have modern technologies to improve the efficiency of the production processes of the relevant enterprise and the qualitative and quantitative indicators of the finished food product,

as well as the availability of new equipment and devices for the implementation of these technologies. Determining the optimal option in the food production process is one of the urgent problems. Special attention should be paid to conducting the production process under optimal conditions. Recently, artificial intelligence and machine learning methods have been widely used to optimize and control the quality of food production and processing processes.

Nanotechnology is used to ensure food safety. For this purpose, it is used to protect against microbiological hazards or to preserve food quality for a long time. Most food products are in a solid or liquid state, as well as in a basic (medium) state due to their physical properties. Based on the results of joint scientific research by Weiler-Rebinder and his colleagues, two main types of products with a dispersed structure are distinguished:

- Coagulating;
- Condensation and crystallization.

From the analysis of rheological properties, it is known that coagulated structures are held by Van der Waals forces that can act through liquid layers. The reason for this is the heterogeneity of the tangent surfaces of the particles and the presence of hydrophobic fields in subsequent structures. By condensation, crystallized structures are formed during the crystallization of solutions and alloys of food products. In this case, their existence is determined by continuous chemical bonds, and individual particles grow, which leads to the loss of the liquid layer [1-3].

Methods

Modern devices were used to study the rheological properties of food products of both plant and animal origin. The quality of rheological parameters of the finished product is also influenced by the correct choice of equipment and installations used in food production. Special attention should be paid to the quality of food products, the influence of temperature and humidity on their rheological parameters. One of the main indicators of the mechanical strength of food products in the Weiler-Rebinder device is the stress yield strength. The dynamics of the structural formation of a fruit-jelly candy mass was studied on the Nikolaev apparatus. At the same time, the device was used to study the effect of the elastic-viscous properties of bread dough and mechanical processing on these properties, the amount of proteins, starch and various cereals.

The effect of additives included in food products is also studied in rheological studies of the regime and in mechanical and technological effects. Given that they deform in food products like other products, changes in storage temperature, mechanical stress and humidity of the product after a certain time, as well as its shape and quality are studied by rheological indicators. In this case, first of all, the nature and shape of the food product should be taken into account. In food rheology, it is necessary to take into account the nature of the product, as well as its hardness, and scientific research in this area has become widespread, that is, the hardness of the food product must be clarified, and preference is given to rheological research to prepare the food product with the desired hardness. Rheological (structural and mechanical) parameters allow for a more accurate study of undesirable conditions that may occur during processing. Rheological parameters can be studied in liquid, juice, paste, solid and other forms of the product. In the rheological study of food products, products have viscoelasticity, visco-plasticity, Newtonian viscosity, non-Newtonian viscosity, hardness, brittleness, hardness, etc. The difference in characteristics is determined [4-6]. At this time, the appropriate GOST should be used.

Results and discussion

- Rheological examination of food products is important for studying their structural and fluid properties, as well as for managing;

- The normality of the quality and consistency of food products is determined by rheological studies;

- Optimization of food production and processing processes is determined by research and analysis of rheological methods (fluidity and deformation);

- Rheological measurements of food products play an important role in establishing and maintaining their quality standards.

Conclusion

Various methods are used in the examination of food products:

- Analytical - this method is used to determine the composition of food, including the amount of nutrients, harmful substances and additives (additives, dyes, preservatives);

- Microbiological - studies microorganisms, bacteria, fungi and viruses contained in food products;

- physico-microscopic (structure and condition of the components of the food product) designations; - Rheological - the fluidity of a food product is studied, i.e. deformability due to the relative displacement of its molecules by temperature, humidity, mechanical influences and other factors.

At the same time, attention should be paid to such properties of the food product as elasticity, plasticity, viscosity, hardness, hardness, depending on its nature. In food rheology, rheological properties are studied in the laboratory using modern instruments such as viscometers, rheometers, etc.

References

1. Fataliyev E.B. Modern research methods of food products B.: University of Economics, 2014, 365 p.
2. Malkin A.Ya., Isaev A.I. Rheology concepts, methods, applications M.: Profession, 2007, 246 p.
3. Gorbatov A.V. Rheology of meat and dairy products, Moscow: Food Industry, 1979, 210 p.
4. Maksimov A.S., Chernykh V.S. Rheology of food products. Laboratory practice M.: 2006, 157 p.
5. Kosoy V.D., Malyshev A.D., Yudina S.B. Engineering rheology in sausage production, Moscow: Kolos, 2005, 148 p.
6. Avrorov V.A., Tutov N.D. Fundamentals of food rheology in questions and answers, Moscow: Kolos, 2022, 268 p.
7. Amirli F.A., Aghamaliyev Z. Z., Abdullayeva I.G., Pashayeva Z.N.&Aghamaliyeva D.B. The role of nutrition in ensuring healthy living. Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2(148), 2024., 629-638. DOI: 10.32010/mpmc2024.085

Qida məhsullarının müayinəsində reologiya

Naibova T.M.,[1] Məmmədova A.Ə.,[2]Abbasova K.Q.,[3] Ömərova N.A.,[4] Cəbrayılova G.Z.[5]
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kimya texnologiya fakültəsi, Bakı, Azərbaycan
[1]Dosent ,http://orcid.org/0000-0001-5543-1033,tamilla.naibova@asoiu.edu.az
[2]Müəllim ,http://orcid.org/000-0002-6828-2628, aytan.mammadova.a@asoiu.edu.az
[3]Laborant ,http://orcid.org/0000-0001-8327-0791,abbasova.konul@mail.ru
[4]Laborant ,http://orcid.org/0000-0002-8721-1059,nergiz_ktf@mail.ru
[5]Tələbə ,gullucebrayilzade4@gmail.com

XÜLASƏ
Müxtəlif qida məhsullarının keyfiyyət göstəricilərinin maksimum dəqiqliklə qiymətləndirilməsində onların qatılığı, özlülüyü, elastikliyi, plastikliyi, möhkəmliyi, bərkliyi və s. göstəricilərinə diqqət yetirmək mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Son zamanlar qida məhsullarının müayinəsində əsasən keyfiyyət göstəricilərinə diqqət yetirilməsi məqsədəuyğundur. Bu məqsədlə şərti və subyektiv üsullardan istifadəyə üstünlük verilir. Həmçinin quruluş-mexaniki və reoloji üsullardan da istifadə olunur. Müxtəlif təbiətli qida məhsullarının əsas reoloji göstəricilərinə onların özlülüyü, plastikliyi, möhkəmliyi və elastikliyi aiddir. Qida məhsullarının axma qabiliyyəti (reologiyası), yəni onun molekullarının nisbi yerdəyişməsi prosesi baş verir və nisbi yerdəyişmə (deformasiya) mütləq yerdəyişmənin (deformasiyanın) ilkin ölçüsünə olan nisbətinə bərabər olur. Bu zaman effektiv özlülük axın sürətinə olan nisbəti kimi qəbul olunur.
Qida məhsullarının plastikliyi onların dağılmadan böyük qalıq deformasiyaya malik olma qabiliyyətidir, yəni dağılmadan son qalıq deformasiyanın qiyməti ilə xarakterizə olunur. Qalıq deformasiya nə qədər böyük olarsa, qida məhsulu plastikliyi bir o qədər çox olur. Xarici təsirlərə qarşı qida məhsullarının formasının dəyişməsinə müqavimət onun möhkəmliyi ilə xarakterizə olunur. Xarici təsirlərin nəticəsində yaranan daxili elastiklik qüvvələrin intensivliyi kimi xarakterizə olunur. Qida məhsullarında ideal elastiklik onun deformasiyasına sərf olunan enerji məhsulun özündə toplanır və xarici təsir kənarlaşdıqdan sonra, sərf olunan enerji yenidən bərpa olunur. İdeal plastiklik isə normal qüvvədən asılı olmayaraq, üfüqi səthdə, kəmiyyətcə fasiləsiz azalan element kimi hiss olunur.
Elastiki – plastiklər, elastiki-özlü və özlü-elastiki vəziyətlərdə olan məhsulların əsas xüsusiyyətləri uyğun olaraq Huka, Maksvelə və Kelvinə görə modelləri öyrənilmişdir.
Həm heyvan mənşəli, həm də bitki mənşəli qida məhsullarının müayinəsində qidanın təhlükəsizliyi və keyfiyyətinə xüsusilə də diqqət yetirilməlidir. Beləliklə, qida məhsullarının müayinəsində, onların tərkibini, mikrobioloji vəziyyətini, fiziki-kimyəvi göstəricilərini analiz etmək aktuallığı ilə fərqlənən problemlərdəndir.

Açar sözlər: *qida məhsulları, deformasiya, bərklik, elastiklik, plastiklik, reologiya, sərtlik*

Реология в исследовании пищевых продуктов

Т.М. Наибова[1], А.А. Мамедова[2], К.Г. Аббасова[3], Н.А. Омарова[4], Г.З. Джабраилова[5]
Кафедра химических технологий, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан

[1]Доцент, http://orcid.org/0000-0001-5543-1033,tamilla.naibova@asoiu.edu.az
[2]Преподаватель, http://orcid.org/000-0002-6828-2628,aytan.mammadova.a@asoiu.edu.az
[3]Лаборант, http://orcid.org/0000-0001-8327-0791,abbasova.konul@mail.ru
[4]Лаборант, http://orcid.org/0000-0002-8721-1059,nergiz_ktf@mail.ru
[5]Студент , gullucebrayilzade4@gmail.com

АННОТАЦИЯ

При оценке (с максимальной точностью) показателей качества различных пищевых продуктов важно обращать внимание на показатели, учитывающие их твердость, вязкость, эластичность, пластичность, прочность, твердость и др. . В последнее время при экспертизе пищевых продуктов целесообразно обращать внимание в основном на показатели качества. С этой целью предпочтительнее использовать условные и субъективные методы. Также используются структурно-механические и реологические методы. К основным реологическим показателям пищевых продуктов различной природы относятся их вязкость, пластичность, прочность и эластичность. Текучесть (реология) пищевых продуктов, то есть процесс относительного смещения их молекул, и относительное смещение (деформация) становится равным отношению абсолютного смещения (деформации) к исходному размеру. При этом эффективная вязкость рассматривается как отношение ее к скорости потока.

Пластичность пищевых продуктов - это их способность иметь большую остаточную деформацию без разрушения, то есть характеризуется стоимостью конечной остаточной деформации без разрушения. Чем больше остаточная деформация, тем больше пластичность пищевых продуктов. Устойчивость пищевых продуктов к изменению формы к внешним воздействиям характеризуется их прочностью. Внутренняя упругость, возникающая в результате внешних воздействий, характеризуется как интенсивность сил. Идеальная упругость в пищевых продуктах энергия, затрачиваемая на его деформацию, накапливается в самом продукте, и после устранения внешнего воздействия затраченная энергия восстанавливается. С другой стороны, идеальная пластичность ощущается как элемент, который количественно непрерывно уменьшается на горизонтальной поверхности, независимо от нормальной силы.

Основные свойства изделий в упругопластических, упруговязких и вязкоупругих состояниях изучены на моделях по Гука, Максвеллу и Кельвину соответственно. При экспертизе пищевых продуктов, как животного, так и растительного происхождения, особое внимание следует уделять безопасности и качеству пищевых продуктов. Таким образом, в экспертизе пищевых продуктов анализ их состава, микробиологического состояния, физико-химических показателей является одной из проблем, которая отличается своей актуальностью.

Ключевые слова: *пищевые продукты, деформация, твердость, эластичность, пластичность, реология, жесткость*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1116

POMİDORUN RAYONLAŞDIRILMIŞ YERLİ GENOTİPLƏRİNİN ƏTRAF MÜHİTƏ DAVAMLILIĞI VƏ QİDA TƏHLÜKƏSİZLİYİ ƏHƏMİYYƏTİ

Məcid Bilal oğlu Adıgözəlov

"Tərəvəzçilik Elmi Tədqiqat İnstitutu" phş Toxumçuluq şöbəsində böyük elmi işçi, Bakı, Azərbaycan
Toxumçuluq şöbəsində böyük elmi işçi, Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, http://orcid.org/0009-0001-5271-2881, m.adigozalov623@gmail.com

XÜLASƏ

Elmi-texniki tərəqqi cəmiyyətin inkişafında əhəmiyyətli proses olsa da, onun ekoloji böhrana gətirib çıxardan mənfi təsirləri flora və faunanın, digər təbii sərvətlərin getdikcə azalmasına, ətraf mühitin çirklənməsinə, yer üzərində genetik müxtəlifliyin, o cümlədən yüksək plastiklikliyə və yüksək məhsuldarlığa malik, ölkəmizdə ən çox istehsal və istehlak edilən, əhalinin ərzaq təhlükəsizliyində mühüm rol oynayan, adaptasiya qabiliyyətinə malik rayonlaşdırılmış pomidor sortlarının da sort xüsusiyyətlərinin pisləşməsinə, sortların aşınmasına səbəb olmuşdur, belə ki, yaxın keçmişə qədər əlverişli torpaq-iqlim şəraiti açıq sahədə pomidorun istehsal həcminin həmişə yüksək olmasına imkan vermişdir, son illər isə ətraf mühitin əlverişsiz amillərinin artmasından, qlobal istiləşmədən - obyektiv və subyektiv səbəblərdən açıq sahədə məhsuldarlığın və məhsulun keyfiyyətinin ümumiyyətlə pomidor istehsalının aşağı düşməsinə səbəb olduğundan, pomidor istehsalının istixanalarda aparılmasına üstünlük verilir və birinci nəsil hibrid toxumları hər il xarici bazarlardan alınır, bu da təsərrüfatların pomidor toxumu ilə təmininatında idxaldan asılılığın yaranmasına, istehsalın rentabelliyinin aşağı düşməsinə gətirrib çıxardır, açıq sahədə yetişdirilən məhsul isə vitaminlərlə, digər bioaktiv maddələrlə zənginliyinə, qida təhlükəsizliyinə görə üstündür, əhalinin bu məhsullara ehtiyacı getdikcə artır, problemdən çıxış yolu iqtisadi əhəmiyyətə malik yerli davamlı sortlar və heterozis effektli F_1 hibridləri yaratmaq, fermer təsərrüfatlarını yerli istehsallı toxumla təmin etməkdir, seleksiya qanunuyğunluğuna görə başlanğıc material kimi adaptasiya qabiliyyətinə malik yerli genotiplərdən başlanğıc material kimi istifadə edilərək iqtisadi əhəmiyyətli hibridlər və davamlı sortlar yaradılmalıdır, ölkəmizdə adaptasiya qabiliyyətinə malik genotiplər olmasına baxmayaraq başlanğıc material kimi bunlar yetərincə qiymətləndirilməmişdir, ona görə də unudulmuş və itmək təhlükəsində olan keçmiş rayonlaşdırılmış sortlar da daxil olmaqla Dövlət Reystrində olan sortlar və perspektiv xətlər tədqiqat obyekti seçilərək bərpa olunmuş, iqlim dəyişmələri şəraitində yenidən biomorfoloji, təsərrüfat qiymətli əlamətlər kompleksinə, stress amillərə qarşı davamlılığına görə öyrənilərək qiymətləndirilmiş, saf xətləri alınmış, yetişkənliyinə, davamlılığına, keyfiyyət göstəricilərinə, məhsuldarlığına görə qruplaşdırılmış və başlanğıc material kimi homogen valideyn xətlər kolleksiyası yaradılmışdır ki, bunlar seleksiya işinin sürətləndirilməsində, toxum təminatının yaxşılaşdırılmasında, əhalinin ərzaq təhlükəsizliyində böyük fayda verəcəkdir.

Açar sözlər: *pomidor, məhsuldarlıq, hibrid, ərzaq təhlükəsizliyi.*

GİRİŞ

Alimlərin hesablamalarına görə son 100 ildə qlobal iqlim dəyişkənliyi və digər səbəblərdən kənd təsərrüfatında becərilən bitki sortlarının təqribən 75%-i itmişdir. Bu isə kənd təsərrüfatının

gələcək davamlı inkişafı və ərzaq təhlükəsizliyi baxımından heç də arzuolunan hal deyil. Bu baxımdan adaptasiya qabiliyyətinə malik yerli bitki genetik ehtiyatlarının qorunması çox vacib məsələdir [5; 7].

Ərzaq məhsulları ilə özünütəminetmə səviyyəsinin yüksəldilməsi ilə bağlı qəbul edilmiş Strateji Yol Xəritəsində mövcud əkin sahələri genişləndirilmədən istehsalın həcminin artırılması, idxalın getdikcə əvəzlənməsi, yerli toxum istehsalının artırırılması kimi mühüm vəzifələr müəyyən olunmuş, ölkəmizdə bir neçə əsas məhsulun, o cümlədən pomidor istehsalının və ixracının artırılması üçün mühüm imkanların olduğu xüsusi qeyd edilmişdir [1].

Pomidorun dünyada geniş yayılması və müxtəlif torpaq-iqlim şəraitlərində becərilə bilməsi bu bitkinin yüksək plastiklik qabiliyyətinə malik olmasindan irəli gəlir. Lakin, hazırda yer kürəsində ekoloji böhranın, antropogen və texnogen faktorların getdikcə artması, genetik müxtəlifliyin inkişafından da yan ötmür. Bu cür mənfi təsirə ən çox məruz qalan isə xarici mühit aləminə həssas olan tərəvəz bitkiləri, o cümlədən də pomidordur [3].

Genetik zənginlik itirilərsə, gələcək nəsillər bundan cox ciddi ziyan çəkə bilər. Çünki, hər bir itirilmiş növ və ya sortun sonuncu nümayəndəsi məhv olduqda, onunla birlikdə genetik informasiyası da yox olur və bərpa oluna bilmir [5; 6].

Əhalinin tərəvəz məhsulları ilə il boyu fizioloji norma daxilində təmin olunmasında pomidor istehsalının artırılması xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Son illər açıq sahədə pomidor istehsalının kəskin azalmasına qlobal istiləşmə ilə əlaqədar olaraq meyvəbağlama dövründə baş verən kəskin istilərin məhsuldarlığa və məhsulun keyfiyyətinə mənfi təsir etməsidir İdxalın tədricən əvəzlənməsi, hazırda ölkəmizin kənd təsərrüfatının qarşısında duran ən vacib məsələlərdən biridir [2].

Azərbaycan pomidor ixrac edən dunya ölkələri arasında ön sıralardadır. Fermer təsərrüfatlarında əsasən xaricdən alınan birinci nəsil hibrid toxumları becərildiyindən toxumlar hər il xarici bazarlardan alınir, bu fermer təsərrüfatlarının inkişafında çətinlik yaradaraq istehsal olunan məhsulun maya dəyərinin və yerli bazarda satış qiymətinin yüksək olmasına səbəb olur. Eyni zamanda bu sortlar qida təhlükəsizliyi baxımından birmənalı qarşılanmır.

Mənşəyindən asılı olmayaraq pomidorun ənənəvi metodlar əsasında yaradılmış və ölkəmisdə rayonlaşdırılmış təsərrüfat-botaniki sortların ölkəmizin torpaq - iqlim şəraitində uzun müddət becərildiyindən yüksək adaptasiya qabiliyyəti qazanaraq yerli genotiplər kimi dəyərləndirilməsi vacibdir [5; 6]. Stress amillərə davamlılığın gələcəkdə seleksiya vasitəsiylə yeni sort və hibridlərə irsən keçirilməsi üçün bu genotiplərin saf xətlərinin alınması və ilkin toxumçuluğun təşkilinə cıddi ehtiyac vardır.

Böyük seleksiyaçı alim Ə.H.Babayev və başqaları tədqiqat əsərlərində göstərirlər ki, hazırda dünyada qlobal iqlim dəyişikliyi şəraitində yüksək məhsuldar, texnoloji-keyfiyyət göstəricilərinə malik, ekoloji plastik sortların yaradılıb istehsalata tətbiqi ən aktual məsələlər sırasındadır və bu problemin həlli üçün ən mühüm məsələlərdən biri başlanğıc materialın tədqiqidir [4].

Seleksiyada genefond əvəzsiz material hesab olunur. Ölkəmizdə olan bitki genetik ehtiyatları - genefond Milli Genebankda ex – situ şəraitdə mühafizə olunur. Müasir dövrdə seleksiyaçıların qarşısında duran mühüm vəzifə yerli şəraitə uyğun, keyfiyyətli yeni sort və hibridlərin yaradılmasıda bu əvəzsiz "Qızıl fonddan" səmərəli istifadə etməkdir [6].

Ölkəmizdə adaptasiya qabiliyyətinə malik qiymətli genotiplərin olmasına baxmayaraq başlanğıc material kimi genetik imkanlardan yetərincə istifadə edilməmış, açıq sahə üçün pomidorun müasir tələblərə cavab verən, iqtisadi əhəmiyyətli davamlı sort və hibridləri

yaradılmamışdır.

Heterosiz effektli F_1 hibridləri saf xətlərin çarpazlaşdırılmasından alındığından tezyetişkənlik, sabitlik, stres təsirlərə davamlılıq, və məhsuldarlıq kimi yüksək keyfiyyətlər valideynlərdən üstün olur. Müəyyən olunmuşdur ki bu xüsusiyyətlər nəslə monogenlər vasitəsi ilə ötürülür. Buna görə də heterosiz effektli F_1 hibridlərinin yaradılması prosesində genetik saf xətlərin alınması, vacib mərhələdir. Uyğun saf xətlərdən valideyn formaların alınmasında saf xətlərin müşbət əlamət və xüsusiyyətlərinə əsaslanmaqla yanaşı həm də yüksək kombinativlik qabiliyyəti mühüm rol oynayır [6].

Bu gün istehsalata lazım olan yüksək keyfiyyətli və məhsuldar, xəstəliyə davamlı yerli sortların azlığı mövcüd sortların yaxşılaşdırılmasını, yeni sortların alınmasını, toxumun keyfiyyət göstəricilərinin yüksəldilməsini, elit toxumların istehsalını, iqtisadi əhəmiyyətli hibrid toxumların yetişdirilməsini tələb edir [3].

Material və metodlar

Tədqiqat işnidə saf xətli başlanğıc materialın öyrənilməsi (С.С.Литвинов, 2011) "Tərəvəzçilikdə tarla təcrübələrinin metodikası", (Б.А.Доспехов, 1985) "Tarla təcrübələrinin təşkili metodikası", (З.Х.Беков, 2014) "Tərəvəzçilik və bostançılıqda təcrübi işlərin metodikası" metodik göstəricilərindən istifadə olunmuşdur. Tədqiqatın metodikasına əsasən ilkin material toplanaraq əkilmiş, fenoloji müşahidələrlə bitkilərin torpaq – iqlim şəraitinə adaptasiyası, stress amillərə davamlılığı, biomorfoloji əlamətləri, qiymətli təsərrüfat xüsusiyyətləri, məhsuldarlıq, o cümlədən dad göstəriciləri müəyyən olunaraq öyrənilmişdir. Öyrənilən genotipin saf xətləri alınmış, ilkin toxumculuğu təşkil olunmuşdur.

Pomidor öz – özunə tozlanan bitki olduğundan saf xətlərinin alınmasında fərdi seçmə metodundan istifadə olunmuşdur (В.Л.Иогансен,1935). Sortların davamlılığını və sabitliyini saxlamaq üçün fərdi seçmə üsulu ilə saf xətlərin - homoziqot fərdlərin yaradılması böyuk əhəmiyyət daşıdığından hər bir genotipin saf xətti alınmışdır. Tipik bitkinin seçilməsi sortun kataloq məlumatlarına və dəqiq müşahidələrə əsaslanmışdır. Hər bir sorta aid, onun əsas xüsusiyyətlərini özündə əks etdirən tipik bitki seçilmiş və hər bir sortun nəslini davam etdirmək üçün toxum həmin bitkinin meyvələrindən götürülmüşdür [2].

Nəticələr və onların müzakirəsi

Tədqiqat işləri Tərəvəzçilik Elmi-Tədqiqat İnstitutunda, **"**Rayonlaşdırılmış pomidor (*L.esculentum* Mill.) sortlarının saf xətlərinin alinması və ilkin toxumçuluğun təşkili" mövzusunda, Abşeron Yardımçı Təcrübə Təsərrüfatında aparılmışdır. Pomidorun yerli davamlı sort və hibridlərinin, o cümlədən heterozis effektli F_1 hibridlərinin seleksiyası üçün saf xətli başlangıc materialın hazırlanması elmi-tədqiqat işinin əsas məqsədini təşkil etmişdir.

Əksəriyyəti yuksək dad keyfiyyətlərinə malik ölkəmizdə rayonlaşdırılmış süfrə sortları və perspektiv xətlər olmaqla 74 sortnümunə tədqiqat işinə daxil edilərək öyrənilmişdir.

Mədəni pomidorun genetik müxtəlifliyinə aid nümunələrlə yanaşı tədqiqatda yabanı növ olan L. hirsitum (tüklü pomidor) da öyrənilmişdir. Bu növün malik olduğu yüksək davamlılıq xüsusiyyəti seleksiya sahəsində uzaq hibidləşmədə, xüsusilə xəstəliklərə qarşı davamlılıq istiqamətində başlanğıc material kimi böyük praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

Müəyyən edilmişdir ki, bitkilərin inkişafına və məhsuldarlığına bir çox stress amilləri, əsasən yüksək və aşağı temperatur, quraqlıq, radiasiya mənfi təsir edir. Ekoloji reaksiyalar və fenotipik əlamətlər genetik nəzarət altında olduğundan, yüksək davamlılığa malik sort və hibridlərin yaradılması üçün pomidorun genetik sistemlərinin davamlılıq baxımından öyrənilməsi vacibdir. Buna görə də hazırda genetikanın və seleksiyanın qarşısında duran ən mühüm

problemlərdən biri bioloji növlərin və genetik potensialın qorunmasıdır. Xüsusən də sort xüsusiyyətləri zəifləmiş və ya pozulmuş genotiplərin saf xətlərinin alınması, onların ilkin toxumçuluğunun icrası, sorttəzələmə və ya sortdəyişmə tədbirlərinin vaxtında yerinə yetirilməsi genofond materialların qorunub saxlanmasında vacib tədbirlər hesab edilir.

Pomidor bitkisinin inkişafına, məhsuldarlığına və məhsulun keyfiyyətinə ən çox quraqlıq və duzluluq kimi xarici faktorlar mənfi təsir edir. Bitkilərin bu stress amillərinə qarşı davamlılığı dolayısı və birbaşa metodların köməyi ilə təyin edilir: dolayısı metodlarla stres amillərə qarşı davamlılığın müəyyən edilməsi bitki və ya məhsul nümunələri üzərində bu təsirlərə cavab reaksiyası nəticəsində, yaranan fizioloji və biokimyəvi proseslərin laboratoriya şəraitində tədqiqi ilə aparılırır [8].

Birbaşa metod bitkilərin stress amillərə qarşı cavab reaksiyası nəticəsində yaranan dəyişiliklərin birbaşa bitkilər üzərində tarla şəraitində fenoloji müşahidələrə əsaslanır. Birbaşa metodun çətin və uzun vaxt tələb etməsinə baxmayaraq bu metodun tətbiqi ilə alınan nəticələr daha dürüst və etibarlı hesab olunur. Ona görə də seleksiya materialı kimi tədqiq edilən saf xətlərin quraqlıq və duzluluq streslərinə davamlılığı tarla şəraitində öyrənilmiş və alınan nəticələrin müqayisəli təhlili aparılmışdır [7].

Kifayət qədər genetik potensialı olan pomidor bitkisi ekoloji mühitə tələbkarlığı baxımından yüksək dərəcədə plastikliyə və adaptasiya qabiliyyətinə malikdir. Buna baxmayaraq, digər tərəvəz növləri kimi onun da məruz qaldığı stres amillərə qarşı təbii rəqabət qabiliyyəti məhdud çərçivədədir. Bitkilərin stres amillərə qarşı müqavimətinin artırılması üçün ilk növbədə stresə davamlı və həssas bitkilərdə baş verən fizioloji və genetik dəyişiklikləri müəyyən etmək, cavab reaksiyalarını tədqiq etmək, tolerantlıq mexanizmlərini aşkar etmək vacibdir. Eyni zamanda problemin həlli üçün kompleks tədbirlərin həyata keçirilməsi ilə yanaşı, rayonlaşdırılmış pomidor sorlarının tədqiq olunması, stresə qarşı davamlı gen mənbələrinin aşkarlanaraq istifadə olunması aktual məsələdir [4].

Saf xətlərin tarla şəraitində quraqlığa davamlılığı 2019-cu ildə TETİ-nin damcı üsulu ilə suvarılan təcrübə sahəsində öyrənilmişdir. Təcrübənin qoyulduğu sahə yeraltı suların topağın üst qatına yaxın olmadığı yerdə seçilmiş, bütün növ işlər üzrə bitkilər üçün optimal aqrofon yaradılmışdur. Sortların torpaq quraqlığına qarşı davamlılığının qiymətləndirilməsinə süni quraqlıq şəraiti yaratmaqla, bunun üçün axırıncı təkrara verilən suyun norması digər iki təkrara görə 2 dəfə azaldılmaqla nail olunmuşdur. Torpaqda olan su ehtiyatını tədricən istifadə edən bitkilərin bir müddət sonra turqor vəziyyəti pozulmağa başlamışdır. Qiymətləndirmələr soluxmanın fərqi gözə çarpan dərəcədə olduqda aparılmış, quraqlığa davamsız nümunələrdə soluxma davamlı sortlara nisbətən özünü daha tez göstərməyə başlamışdır. Bundan istifadə edərək quraqlığa nisbətən davamlı xətlər qeydə alınmışdır. Quraqlığın mənfi təsiri bitkilərin morfoloji əlamətlərində və inkişafında, onların quruma dərəcəsinə əsaslanaraq müşahidə yolu ilə qiymətləndirilmişdir.

Quraqlıq yaradılan sahədə vegetasiyanın əvvəlində çiçək salxımlarının əmələ gəlməsinə baxmayaraq sonra onların tökülərək meyvəbağlamanın azalması, meyvələrin əmələ gəlməsi və yetişmə fazaları (süd, qonur, sarıköynək, qırmızı) suvarılan sahəyə nisbətən sürətlə başa çatması müşahidə olunmuşdur. Nəticədə ilk meyvənin qızarması 12 gün tezləşməklə, vegetasiya müddəti qısalmışdır.Yetişmə prosesinin sürətlə keçməsi, yaranan stres təsirlərdən yayınmaq üçün bitkinin uyğunlaşması olub, meyvə və toxum verməni sürətləndirməklə öz nəslini qorumaq qayğısına qalma kimi qiymətləndirilmişdir.

Ə.H.Babayev yüksək məhsuldar, ekoloji - şəraitə və eləcə də xəstəlik və ziyanvericilərə davamlı pomidor sort və hibridlərinin yaradılmasında ənənəvi üsullarla yanaşı, qamet və ziqot seleksiyası, in vitro şəraitində hüceyrə və toxuma kulturası əsasında seleksiya üsullarından istifadə edərək öyrənmişdir ki, müxtəlif temperatur həddinə və qızdırılma müddətinə görə pomidor sortlarının çiçəkləri bir- birindən fərqlənir [3].

Quraqlıq stresinə cavab reaksiyası olaraq bitkilərin yarpaq ağızcıqları tam və ya qismən bağlanır ki, bu da suyun buxarlanmasını zəiflədir, lakin belə olduqda yarpaqlarda həm də fotosintez zəifləyir. Hava və torpaq quraqlığının bitkilərə mənfi təsiri biokimyəvi proseslərin pozulması ilə özünü məhsuldarlığın kəskin azalmasında və keyfiyyətin aşağı düşməsində göstərir. Həmçinin, bitkilərin əksəriyyətndə inkişafın zəifləməsi, yüksək isti və quraqlığın təsirindən meyvələrin sürətlə yetişməsi, tərkibində likopin əvəzinə likodin piqmentinin əmələ gəlməsi ilə fərqli (sarımtıl) rəng alması, xırda və dadın zəif olması müşahidə olunmuşdur.

Pomidor bitkisinin əsasən mil kökü torpaqda dərinə işlədiyi üçün xeyli müddət suvarılmadıqda torpaqda quraqlığa dözür. Lakin, meyvə əmələ gəlmə prosesində suya tələbat xeyli artdığından və bu tələbat ödənilmədiyi üçün quraqlıq nəticəsində meyvələrdə fizioloji proseslərin pozulmasına - quru maddənin artması, şəkərlərin azalması baş vermişdir. Abşeronun quru subtropik şəraitində torpağın ümumi su tutumunun az, pomidor bitkisinin transpirasiya əmsalının yüksək (800-820) olması da öz təsirini göstərmişdir. Suvarılan variantlarla müqayisədə məlum olmuşdur ki, Abşeron şəraitində yüksək və keyfiyyətli məhsulun əldə edilməsi tez-tez suvarma ilə mümkündür.

Bitkilərdə stress yaradan əsas amillərdən biri də duzluluqdur. Yer üzərində suvarma ilə becərilən sahələrin 1/3-hissəsi duzluluq stresinə məruz qalmışdır. Əkinə yararlı sahələrdə torpaqların duzlaşmasına əsas səbəblərdən biri drenaj üsullarının kifayət qədər tətbiq olunmaması, qurunt sularının yerin üst səthinə qalxmasıdır [5].

Duza qarşı tolerantlıq, bitki orqanlarının duzlu mühitdə normal həyat tərzini bərpa etməklə yaşamaq qabilliyətidir. Bu baxımdan pomidor bitkisi duzluluğa orta dərəcədə tolerant hesab olunur (0,4-0,6%). Torpaq mühitində həll olunmuş duzların miqdarı pomidor bitkisi üçün nəzərdə tutulmuş tolerantlıq həddindən artıq olduqda ortaya bir çox çətinliklər çıxa bilir [7; 8].

Seçilmiş saf xətlərin tarla şəraitində duzluluğa davamlılğı tədqiqatın 2020 –ci ildə aparılan təcrübələrində öyrənilmiş və institutun ərazisində müvcüd duzlu tərkibə malik artezian quyusunun suyundan istifadə edilmişdir. Hər bir suvarmadan sonra torpaq üzərində ağ rəngdə duz ərplərimüşahidə olunmuşdur.

Torpağın zəif qida tərkibə və zəif qələvi reaksiyayalı olmasına baxmayaraq, duzluluğun bitkilərin inkişafına mənfi təsiri şəraitində təcrübə illərində üzvi və mineral gübrələrdən, xüsusilə azotlu və fosforlu gübrələrdən vaxtında və aqrotexniki qaydada istifadə etməklə yüksək məhsuldarlıq əldə edilmişdir. Nəzarət variantı olaraq pomidorun suvarılması üçün duzluluq baxımından optimal tərkibdə olan Abşeron kanalının suyundan istifadə edilmişdir.

Aparılan tədqiqatlarla müşahidə edilmişdir ki, pomidor bitkisinin inkişafına və məhsuldarlığına duzluluğa nisbətən quraqlıq stresi daha kəskin təsir edir.

İqlim dəyişmələri şəraitində pomidorun quraqlığa və duzluluğa qarşı davamlı F_1 hibridlərinin yaradılmasında genetik ehtiyatlarından istifadə olunması onların yüksək adaptasiya və ekoloji plastiklik qabiliyyətinə malik olmasına əsaslanır. Heterozis effektində valideynlərin ana və ya ata rolunda istifadə olunması da müəyyən təsir göstərdiyindən, carpazlaşdırma prosesində bu nəzərə alınmalıdır.

Nəticə

Tədqiqat nəticəsində müəyyən edilən saf xətlər arasında ətraf mühitin əlverişsiz amillərinə qarşı nisbətən davamlı genotiplər aşağıda göstərilmişdir: Leyla, Vətən- 1, Zəfər, Abşeron, Skrospelıy Xavskiy, Hersoqovina, Peromoqa-165, Yevgeniya, Azərbaycan, Ottava-131, Tiqris, Severyanka, Vkusnıy-3, Simferopolski-765, Ronita, Patriot-02170.

Elmi cəhətdən əsaslandırılmış saf xətli başlanğıc material kolleksiyasının yaradılması, pomidorun yerli davamlı sort və hibridlərinin seleksiyasının sürətləndirməsində və əhalinin qida təhlükəsizliyində mühüm əhəmiyyətə malikdir. Heterosiz effektli F1 hibridlərinin seleksiyası üçün yaradıdılan uyğun valideyn formalar saf xətlərin praktiki çarpazlaşdırılması və yüksək kombinativlik qabiliyyətinin aşkar olunması yolu ilə müəyyən edilmişdir.

Ədəbiyyat

1. Azərbaycan Respublikasında kənd təsərrufatı məhsllarının istehsalına və emalına dair Strateji Yol Xəritəsi // 6 dekabr 2016-cı il,-Bakı: Qanun,-2016. - 177 s.
2. E.İ. Allahverdiyev, Abşeron bölgəsində pomidorun aqrobioloji xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi və iqtisadi səmərəliliyi: / bitkiçilik üzrə fəlsəfə doktoru dis.avtoreferatı. /- Bakı, 2021. 22 s.
3. Ə.H. Babayev, Azərbaycanda müasir metodların tətbiqi əsasında pomidor sortlarının seleksiyası: / seleksiya və toxumçuluq ixtisası üzrə Kənd təsərrüfatı elmləri doktoru alimlik dərəcəsi dis./- 301 s.
4. Ə.H Babayev, V.T.Abdullayev, Z.K. Əliyeva Proqnozlaşdırılan iqlim dəyişmələri ilə əlaqədar bitkilərin həssaslığının azaldılması, əhalinin tərəvəz və kartof məhsulları ilə etibarlı təminatı //-Bakı: Az.ETƏİ-nin elmi əsərləri məcmuəsi,-c. 26,-2015.-s.51-55.
5. С.С Литвинов, С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С.С.Литвинов. - Москва: Россельхозакадемия,-2011.-650 с.
6. R.Ə. Quliyev, R.B Məmmədova. "Genetikanın əsasları ilə tarla bitkilərinin seleksiya və toxumçuluğu". Bakı - 2017, - 267 s.
7. R.T Əliyev,. Stres və bitkilərin adaptasiyası / R.T. Əliyev, M.Ə. Abbasov, V.R. Rəhimli;- Bakı: Elm redaksiya-nəşriyyat və poliqrafiya mərkəzi,-2014, -348 s.
8. R.T. Əliyev, Bitkilərin stres amillərə davamlılığının fizioloji metodlarla diaqnostikası //- Bakı: AMEA Genetik Ehtiyatlar İnstitutunun elmi əsərləri, -2009. C.1,-s.505-510.

THE ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY AND FOOD SAFETY SIGNIFICANCE OF REGIONALIZED LOCAL TOMATO GENOTYPES

Adigozelov M.B.

Scientific Research Institute of Vegetable Growing, Baku

PhD in biological sciences, http://orcid.org/0009-0001-5271-2881, m.adigozalov623@gmail.com

ABSTRACT

Although scientific and technological progress is an important process in the development of society, its negative effects leading to an ecological crisis have led to the gradual decline of flora and fauna, other natural resources, environmental pollution, genetic diversity on earth, including the deterioration of the varietal characteristics of regionalized tomato varieties with high plasticity and high productivity, the most produced and consumed in our country, playing an important role

in the food security of the population, and the ability to adapt, and the obsolescence of varieties. Until recently, favorable soil and climatic conditions allowed the production of tomatoes in open fields to always be high, but in recent years, due to the increase in unfavorable environmental factors, global warming - objective and subjective reasons - the increase in productivity and product quality in open fields has generally led to a decrease in tomato production, so tomato production is preferred to be carried out in greenhouses and first-generation hybrid seeds are purchased from foreign markets every year. This leads to the dependence on imports in the supply of tomato seeds to farms, and to a decrease in the profitability of production. The product grown in open fields is superior in terms of its richness in vitamins and other bioactive substances, and food safety. The population's need for these products is increasing. The way out of the problem is to create economically important local resistant varieties and F1 hybrids with heterosis effect, and to provide farms with locally produced seeds. According to the law of selection, economically important hybrids and resistant varieties should be created by using local genotypes with adaptive capacity as starting material. Although there are genotypes with adaptive capacity in our country, they have not been sufficiently evaluated as starting material. Therefore, the varieties and promising lines in the State Register, including the forgotten and endangered former regionalized varieties, were selected as research objects and restored, studied and evaluated again under climate change conditions for a complex of biomorphological and economically valuable traits, and resistance to stress factors, pure lines were obtained, grouped according to maturity, resistance, quality indicators, and productivity, and a collection of homogeneous parental lines was created as starting material, which will be of great benefit in accelerating selection work, improving seed supply, and increasing the food security of the population.

Keywords: *tomato, productivity, hybrid, food, security*.

ЗНАЧЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЛОКАЛЬНЫХ ГЕНОТИПОВ ТОМАТА ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Адигозелов М.Б.
Научно-Исследовательский Институт Овощей Баку, Азербайджан
http://orcid.org/0009-0001-5271-2881, m.adigozalov623@gmail.com

АННОТАЦИЯ

Научно-технический прогресс является важным процессом в развитии общества, его негативные последствия, приведя к экологическому кризису, привели к постепенному упадку флоры и фауны, других природных ресурсов, загрязнению окружающей среды, генетическому разнообразию на земле, в том числе высокой пластичности и высокой продуктивности, которые наиболее производятся и потребляются в нашей стране, играют важную роль в продовольственной безопасности населения, обладают способностью адаптироваться к ухудшению сортовых характеристик и эрозии сортов, благодаря чему до недавнего прошлого сохранялись благоприятные почвенно-климатические условия. позволило объему производства томатов в открытом грунте быть всегда высоким, а в последние годы из-за увеличения неблагоприятных факторов окружающей среды, глобального потепления - по объективным и субъективным причинам урожайность и

качество продукции в открытом грунте в целом привели к снижению производства томатов, томаты предпочитают производить в теплицах, а гибридные семена первого поколения ежегодно закупаются на зарубежных рынках, это приводит к возникновению импортозависимости в поставках семян томатов в хозяйства, снижению рентабельности производства, а продукция, выращенная в открытом грунте, превосходит по богатству витаминами и другими биоактивными веществами, пищевой безопасности, потребность населения в этой продукции возрастает, выходом из проблемы является создание местных устойчивых сортов, имеющих хозяйственное значение, и гибридов F_1 с эффектом гетерозиса, обеспечение хозяйств семенами местного производства, по закону селекции, местными генотипами со способностью адаптироваться в качестве исходного материала. на основе их использования в качестве исходного материала необходимо создавать экономически важные гибриды и устойчивые сорта, хотя в нашей стране существуют адаптивные генотипы, но они недостаточно оценены как исходный материал; поэтому сорта и перспективные линии Госрезерва, в том числе бывшие районированные сорта, находящиеся под угрозой исчезновения, были выбраны в качестве объекта исследования и восстановлены, в условиях изменения климата вновь изучены и оценены по биоморфологическому, хозяйственно ценному комплексу признаков, устойчивости к стрессовым факторам, получены чистые линии, сгруппированные по их зрелости, долговечности, качественным показателям и продуктивности, а также создана коллекция однородных родительских линий в качестве исходного материала, которые используются для ускорения селекционной работы, обеспечения семенами. принесет большую пользу продовольственной безопасности населения.

Ключевые слова: *томат, урожайность, гибрид, пищевая безопасность*.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1124

FÖVQƏLADƏ HALLAR ZAMANI ƏTRAF MÜHITIN MÜHAFIZƏSI SAHƏSINDƏ INSAN SAĞLAMLIĞININ QORUNMASI VƏ TƏHLÜKƏSIZLIYININ TƏMIN EDILMƏSI

Səmədağa Rizvanlı[1], Lalə Hüseynova[2], Əminə Hüseynova[3]

[1,2] Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti "Kimya texnologiya" fakültəsi
[1,3] Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti "Sənayə təhlükəsizliyi və əmək mühafizəsi" fakültəsi
[1] Magistr, https://orcid.org/0009-0003-3093-0073, rizvanlisemedaga170@gmail.com
[2] Dosent, kimya üzrə fəlsəfə doktoru, https://orcid.org/0009-0005-2994-6136, h.lala67@mail.ru
[3] Doktorant, https://orcid.org/0009-0008-3460-8141, aminahus@yahoo.com

XÜLASƏ

Təqdim edilən məqalədə fövqəladə hallar zamanı ətraf mühitin mühafizəsi sahəsində insan sağlamlığının qorunması və təhlükəsizliyinin təmin edilməsi istiqamətində görülən tədbirlər sistemindən bəhs edilir. Müasir dövrümüzdə insan yaşayış şəraitində daim müxtəlif növ təhlükələrə məruz qalır. Hər il dünyada, o cümlədən ölkəmizdə minlərlə təbii fəlakət, qəzalar, müxtəlif təhlükəli hadisələr, təxribatlar baş verir ki, bu da çoxsaylı insan tələfatına, xeyli maddi itkilərə səbəb olur. Ölkəmizdə istehsal imkanlarının sürətlə genişlənməsi, energetika və nəqliyyatın inkişafı, təbii sərvətlərin intensiv şəkildə çıxarılması, kənd təsərrüfatında gübrə və pestisidlərin geniş tətbiqi, meliorasiya respublikamızın bir sıra rayonlarında ekoloji fəlakətə gətirib çıxrmışdır. Fövqəladə hallar zamanı ətraf mühitin mühafizəsinin əsas vəzifəsi insanların fəaliyyəti, həyatı üçün normal (rahat) şəraiti təmin etmək, insanları və təbii mühiti normativ və icazə verilən hədləri aşan zərərli amillərin təsirindən qorumaqdır. İnsanın yaşayış mühitində təhlükəsizliyin təmin edilməsi zədələnmələri və müxtəlif növ təhlükəli xəstəlikləri azaltmaqla insanların həyatını və sağlamlığını qorumağa kömək edir. Burada fövqəladə hallar zamanı insanın həyat fəaliyyətinin təhlükəsizliyinin əsas mənbəyi potensial təhlükənin qarşısının alınması və buna qarşı tədbirlərin göstülməsidir. Potensial təhlükə dedikdə, əsasən insanın ətraf mühitlə qarşılıqlı əlaqəsi prosesində universal bir xüsusiyyətdir. Məqalədə müasir dövrümüzdə baş verən təbii xarakterli təhlükəli hadisələrlə yanaşı antropogen xrakterli müxtəlif növ təhlükəli və zərərli amillər həmçinin bu təhlükələrə qarşı mühafizə tədbirləri öz əksini tapmışdır.

Fövqəladə hallar zamanı ətraf mühitin mühafizəsi sahəsində insan sağlamlığının qorunması və təhlükəsizliyinin təmin edilməsi sahəsində aşağıdakılar öz əksini tapmalıdır:

- əhalinin fövqəladə hallarda qarşı hazırlanması və onların təhlükəsizliyi sahəsində ətraf mühitin mühafizəsi;
- fövqəladə halların qarşısının alınması və aradan qaldırılması üzrə vahid dövlət sistemi, onun strukturu və vəzifələri;
- fövqəladə halların mümkün riskini qiymətləndirmək və onların nəticələrinin aradan qaldırılması üçün tədbirlər görmək;
- fövqəladə hallarda davranışın psixoloji sabitliyini inkişaf etdirmək metodologiyasını mənimsəmək;
- müxtəlif növ fövqəladə hallarda xilasetmə işlərini təşkil etmək;
- təbii, texnogen və sosial mənşəli təhlükələrin xüsusiyyətləri;
- müxtəlif şəraitlərdə və fövqəladə hallarda təhlükəsiz davranış və mühafizə prinsipləri, qaydaları

və tələbləri.
Təbii və texnogen xrakterli fəlakətlərdən dəyən ziyanın davamlı artması əsasən sürətlə inkişaf edən urbanizasiya ilə müəyyən edilir. İnsanların şəhərlərdə məskunlaşması onların təhlükəli sənayelərlə təsiri, ətraf mühitin deqradasiyası müxtəlif növ fəlakətlər zamanı sosial və iqtisadi itkilər riskini artırır.

Açar sözlər: *fövqəladə hallar, ətraf mühit, sağlamlıq, ekologiya, təhlükəsizlik, insan.*

GİRİŞ

Fövqəladə hallar zamanı ətraf mühitin mühafizəsi sahəsində insan sağlamlığının qorunması və təhlükəsizliyinin təmin edilməsi olduqca geniş bir elm sahəsi olub, dünyada baş vermiş və yaxud baş verə biləcək, təhlükələrin araşdırılması, eksperimental tədqiqatının aparılması vacib olan aktual məsələlərdən biridir. Ölkəmizdə il ərzində orta hesabla 14856 (2024-cü il üzrə) fövqəladə hal baş vermişdir. Bunlardan 235-i təhlükəli təbii xarakterli fövqəladə hallara aid edilir ki, bunlardan 14621 hadisə texnogen xarakterli fövqəladə hallara aiddir. Fövqəladə halların xarakteri onların baş vermə səbəbindən və baş verdiyi ərazinin əhatə dairəsinin miqyasından asılıdır. Baş vermə səbəblərindən asılı olaraq fövqəladə hallar təbii, texnogen, ekoloji, sosial-bioloji, hərbi və kosmik və s. növlərə ayrılır. Bildiyimiz kimi təbii fəlakət dedikdə, insanların həyatı və sağlamlığı üçün təhlükə yarana bilən və ya yaranan, maddi sərvətlərin və ətraf mühitin elementlərinin məhv edilməsi nəticəsində baş verən dağıdıcı təbii hadisə başa düşülür. Qeyd etmək lazımdır ki, fəlakət dedikdə, insanların tələfatı, insanların sağlamlığının zədələnməsi, əhəmiyyətli miqyasda obyektlərin və digər maddi sərvətlərin məhv edilməsi ilə nəticələnən, həmçinin ətraf mühitə ciddi ziyan vuran böyük miqyaslı qəza (təbii fəlakət) başa düşülür. Belə ki, həmçinin texnogen xaraktrli fövqəladə hallar istehsalat obyektində və ya nəqliyyatda insanların həyat və sağlamlığı üçün təhlükə yaradan və istehsalat obyektlərinin və tikililərinin dağılmasına, avadanlıqların, mexanizmlərin, nəqliyyat vasitələrinin, xammalın və hazır məhsulların zədələnməsinə və ya məhv olmasına, istehsal prosesinin pozulmasına və ətraf mühitin zədələnməsinə səbəb olan təhlükəli hadisədir. Bir çox hallarda fövqəladə hallara səbəb olan istər təbii, istərsə də texnogen sferada belə hadisələrin baş verməsi üçün ilkin şərtləri insanın özü yaradır. Buna görə də istehsal fəaliyyəti zamanı insanın ətraf mühitlə qarşılıqlı əlaqəsi prosesində belə amillərin meydana çıxma riski mümkün qədər azaldılmalıdır ki, onların nəticəsində yaranan fövqəladə halların aradan qaldırılmasına böyük miqdarda vəsait xərclənməsin.

Tədqiqat

Məqalədə tədqiqat işinin əsas məqsədi ondan ibarətdir ki, baş verəcək və ya baş vermiş fövqəladə hallar zamanı ətraf mühitin mühafizəsi sahəsində insan sağlamlığının qorunması və təhlükəsizliyinin təmin edilməsi üzrə tələblərin verilməsi o cümlədən bu tələblərə uyğun olaraq, tədqiqat işinin yerinə yetirilməsindən həmçinin təhlillərindən ibarətdir. Fövqəladə hallar baş verdikdə, əhaliyə və ətraf mühitə mexaniki, istilik, kimyəvi, radiasiya və bioloji zərərverici təsir göstərir və bu zaman müxtəlif neqativ təsirlər yaranır. Belə ki, fövqəladə halların və onların nəticələrinin qiymətləndirilməsinin nəticələrinə əsasən statistik məlumatların təhlili göstərir ki, əhalinin təhlükəsizliyinin təmin edilməsi kompleks elmi-texniki, sosial-iqtisadi, təşkilati həlli sistemli yanaşma tələb edir[1].

Fövqəladə hallar zamanı ətraf mühitin mühafizəsi sahəsində insan sağlamlığının qorunması və təhlükəsizliyinin təmin edilməsinin əsas məqsədi aşağıdakılardan ibarədir:

1. təbii, texnogen və hərbi xarakterli fövqəladə hallar zamanı yaranan təhlükələrdən mühafizə üsullarının öyrədilməsi;
2. fövqəladə hallarda davranış qaydalarının öyrədilməsi;
3. zərərçəkmişlərə ilk yardım texnikası üzrə təlim;
4. kollektiv və fərdi qoruyucu vasitələrdən məharətlə istifadə etməyi öyrətmək;
5. fövqəladə hallarda əhalinin mühafizəsi üzrə tədbirlərin idarə edilməsinin bütün səviyyələrində onların baş verməsi və inkişafı üçün mümkün şərtlər nəzərə alınmaqla menecerlərin hazırlanması və yenidən hazırlanması.

Əhalinin təhlükəsizliyinin təmin edilməsində dövlətin fəaliyyətinin mühüm istiqamətlərindən biri də fövqəladə halların qarşısının alınması və aradan qaldırılmasının rasional sisteminin formalaşdırılması, habelə onun ümumi dövlət strukturunda yeri və rolunun əsaslandırılması olmuşdur. Bilmək lazımdır ki, tarixi faktlara əsasən əhalinin və ərazilərin təbii, texnogen, biososial və hərbi xarakterli fövqəladə hallardan mühafizəsi həmişə aktual olub və indi də aktual olaraq qalır.

Metodlar.

Fövqəladə hallar zamanı ətraf mühitin mühafizəsi sahəsində insan sağlamlığının qorunması və təhlükəsizliyinin təmin edilməsi sahəsində metodların işlənib hazırlanması mühüm həmçinin olduqca, vacib məsələlərdən biridir. Fövqəladə hallarda əhalinin və ətraf mühitin mühafizəsi dedikdə, insanların həyatı və sağlamlığı üçün təhlükəni, habelə müxtəlif sülh və müharibə dövründə fövqəladə vəziyyətlərin baş verməsi təhlükəsi və ya fövqəladə vəziyyətin baş verməsi təhlükəsi zamanı zərər çəkmiş ərazilərə dəymiş ziyanı aradan qaldırmaq və ya məqbul səviyyəyə endirmək məqsədi ilə həyata keçirilən hüquqi, təşkilati, mühəndis-texniki, tibbi və profilaktik tədbirlərin məcmusu başa düşülür. Burada fövqəladə hallar zamanı ətraf mühitin mühafizəsi sahəsində insan sağlamlığının qorunması və təhlükəsizliyinin təmini bu sahə üzrə gündəlik fəaliyyət zamanı həyata keçirilən tədbirlər fövqəladə halların qarşısının alınmasına və ya baş verdikdə dəymiş ziyanın və itkilərin minumuma endirilməsinə yönəlmişdir. Fövqəladə hallar zamanı ətraf mühitin mühafizəsi sahəsində insan sağlamlığının qorunması və təhlükəsizliyinin təmin edilməsi sahəsində əhalinin və ərazilərin fövqəladə hallardan mühafizəsinin planlaşdırılması bir sıra sənədlərin işlənib hazırlanmasından ibarətdir. Bütün elementlərin (əlaqələrin) mülki müdafiə və fövqəladə halların idarə edilməsi orqanlarının əsas iş (əməliyyat) sənədləri fövqəladə halların qarşısının alınması və aradan qaldırılması üzrə tədbirlər planında yer alır. Birinci metod zamanı obyektin qısa təsviri və onun ərazisində fövqəladə hadisə baş verdikdə mümkün vəziyyətin qiymətləndirilməsi, həmçinin gündəlik iş rejimində həyata keçirilən tədbirlər nəzərdən keçirilir. İkinci metodda isə proqnozlaşdırıla bilən fövqəladə vəziyyət təhlükəsi zamanı görülən tədbirlər və fövqəladə vəziyyət rejimində fövqəladə halların baş verməsi və aradan qaldırılması zamanı görülən tədbirlər qeyd edilməlidir.

Fövqəladə hallar zamanı ətraf mühitin mühafizəsi sahəsində insan sağlamlığının qorunması və təhlükəsizliyinin təmin edilməsi sahəsində metodların işlənib hazırlanması aşağıdakılardır[2]:

1. fövqəladə halların baş verməsinin və onun yayılması prosesinin qarşısının alınması;
2. əhalinin və ərazilərin təhlükəsizliyinin təmin edilməsi;
3. fövqəladə hallardan zərər və itkilərin miqdarının minimuma endirilməsi;
4. fövqəladə halların və onların nəticələrinin aradan qaldırılması.

Fövqəladə halların ehtimal olunma xarakteri, onlardan mümkün zərər və itkilər, öz növbəsində təhlükə və risk kimi mühüm amillərin birləşməsindən asılı olan məlumat olmadan qabaqlayıcı tədbirlərin məqsədyönlü şəkildə həyata keçirilməsi qeyri-mümkündür. Bu zaman

təhlükə konkret fövqəladə hadisənin dağıdıcı (zərərləndirici) təsiri, risk isə maddi itki və tələfat təhlükəsi dərəcəsidir. Risk bir sıra amillərdən asılıdır ki, bunlara baş vermiş fövqəladə vəziyyət şəraitində infrastruktur obyektlərinin dayanıqlıq dərəcəsi, regionda potensial təhlükəli obyektlərin olması, əhalinin sıxlığı və inkişafı, həmçinin torpağın xüsusiyyətləri və s. aid edilir. Proqnozlaşdırma fövqəladə vəziyyətin mümkünlüyü, gözlənilən hadisənin kəmiyyət və keyfiyyət xüsusiyyətləri, baş vermə vaxtı və inkişafının mümkün xarakteri haqqında məlumatların müəyyən edilməsinə yönəlmişdir. Qeyd etnək lazımdır ki, əhalinin və ərazilərin mühafizəsi, fövqəladə hallar yarandıqda aradan qaldırılması tədbirləri (fövqəladə rejimdə) fövqəladə hadisə yerində faktiki vəziyyətin qiymətləndirilməsi və onun inkişafının proqnozlaşdırılmasının nəticələri əsasında təşkil edilir və həyata keçirilir. Fövqəladə hallarda təhlükəsizlik dedikdə əhalinin, təsərrüfat obyektlərinin və təbii ətraf mühitin fövqəladə vəziyyətlərdə təhlükələrdən qorunması vəziyyəti başa düşülür.

Hadisələrin növü	Hadisələrin sayı (ədədlə)		İnsan tələfatı (nəfərlə)		Xəsarət alanlar (nəfərlə)		Xilas edilənlər (nəfərlə)		Təxliyə olunanlar (nəfərlə)	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Təbii mənşəli hadisələr	42	41	-	-	-	-	1	-	139	
Texnogen mənşəli hadisələr. O cümlədən:	3542	3672	23	12	70	73	41	4	309	124
- yanğınlara çıxışlar. O cümlədən:	3510	3644	22	10	56	58	41	3	309	103
- təhqiqatı aparılmış yanğınlar	441	432								
- digər hadisələr	32	28	1	2	14	15	-	1	-	21

Şəkil 1. 2022-2023-cü illə ərzində baş vermiş fövqəladə hallara dair statistik təhlillər.

Ümumiyyətlə, risk müəyyən bir müddət ərzində təhlükənin baş vermə ehtimalıdır. Məqbul risk texniki və iqtisadi imkanlar əsasında təmin edilə bilən minimum riskdir. Bundan əlavə olaraq, təhlükələrin bir və ya bir neçə şəxsə (komanda, şəhər əhalisi və s.) təsiri riski təhlükənin baş verməsi və ya reallaşması ehtimalı kimi nəzərə alaraq, insan itkisinin fərdi və ya sosial riskinin miqyası ilə qiymətləndirilir. Risk (R) dedikdə, müəyyən bir müddət ərzində təhlükənin baş vermə ehtimalı olub, onların mümkün sayına nisbətən təhlükənin baş vermə tezliyidir. Fövqəladə hadisələrin baş vermə riski statistik məlumatlar və ya nəzəri tədqiqatlar əsasında qiymətləndirilir. Statistik məlumatlardan istifadə edərkən risk aşağıdakı düsturla müəyyən edilir:

$$R = N_{if} / N_c$$

burada N_{if} – il ərzində baş vermiş fövqəladə hadisələrin sayı; N_c – illik görülmüş tədbirlərin

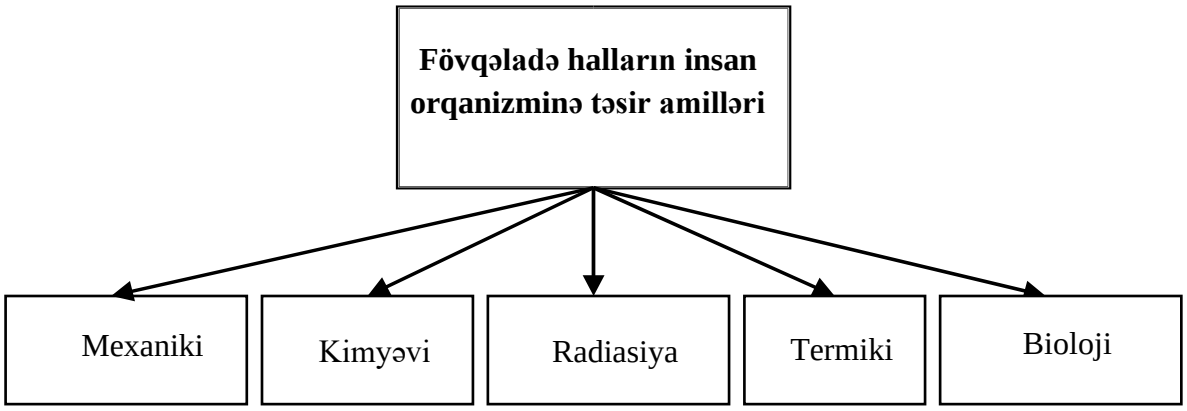
ümumi sayı.

Fövqəladə hallar zamanı ətraf mühitin mühafizəsi sahəsində insan sağlamlığının qorunması və təhlükəsizliyinin təmin edilməsi həm də gündəlik həyatda, ekstremal və fövqəladə hallarda təhlükəsizliyin təmin edilməsində səriştəli mütəxəssisin hazırlanmasına yönəlmişdir. Burada əsasən fövqəladə hallar zamanı təhlükəli vəziyyətlərin idarə edilməsi, ekoloji risk faktorlarının qiymətləndirilməsi və onlardan mühafizə yollarını müəyyən etməyə imkan verir [3].

Ekoloji baxımdan risk məhv olmuş ərazilərin sahəsinin (ΔS) bölgənin ümumi sahəsinə (S) nisbəti ilə müəyyən edilir:

$$R_{\text{eko}} = \frac{\Delta S}{S}$$

Ekoloji risk mənbələrinə təbii mühitə texnogen təsirlər və təbii fəlakətlər aid edilə bilər ki, bunlara əsasən zəlzələlər, daşqınlar, qasırğalar, quraqlıq və s. aid edilir. Dünyanın bir çox ölkəsində, o cümlədən ölkəmizdə məqbul (icazə verilən) risk konsepsiyası qəbul edilmişdir, yəni qoruyucu tədbirlərin əldə edilmiş təhlükəsizlik səviyyəsini (10^{-6}) və minimum riski (10^{-8}), yəni praktiki olaraq təhlükəsiz saxlamağa imkan verən risk anlayışıdır. Məqbul risk texniki, iqtisadi, ekoloji və sosial aspektləri özündə birləşdirən və təhlükəsizlik səviyyəsi ilə cəmiyyətin müəyyən müddət ərzində buna nail olmaq imkanları arasında kompromis təşkil edən təhlükələrin baş vermə tezliyidir. Təhlükəsizlik məqbul riskdir.



Sxem 1. Fövqəladə halların təhlükəli mənbələri.

Təcrübədə təhlükə mənbəyi mövcud olduğu müddətdə tam təhlükəsizliyə nail olmaq mümkün deyil. Risk uzun müddət baş verməsə belə qəza və ya hadisəyə çevrilə bilər. Bütün dünyada elm adamları riski, yəni təhlükənin baş vermə ehtimalını azaltmağa çalışırlar. Ancaq bu mümkün deyil, çünki təhlükələr təbiətinə görə aşağıdakı qruplara ayrılır [4]:

- ehtimal olunan təhlükələr;
- potensial, gizli təhlükələr;
- daimi, yəni davamlı baş verən təhlükələr;
- ümumi təhlükələr.

Son dərəcə təhlükəli mənfi təsirlərin baş vermə riski aşağıdakı risk növlərindən istifadə etməklə müəyyən edilir:

- fərdi risk (R_f) – müdafiə obyekti şəxsdir;
- sosial risk (R_s) – müdafiə obyekti insanlar qrupu və ya icmasıdır.

Fərdi risk düsturla müəyyən edilir:

$$R_f = T_{xi} / C$$

burada T_{xi} – il ərzində müəyyən təhlükəli təsir nəticəsində xəsarət alan insanların sayıdır; C – il ərzində bu təhlükələrə məruz qalan insanların sayıdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, təhlükə mənbəyindən uzaqlaşdıqca fərdi riski azalır.

Fərdi risk mənbələrinə aşağıdakılar daxildir:

- avtomobil qəzaları;
- istehsalatda bədbəxt hadisələr;
- ildırım vurması;
- təbii fəlakətlər (tornadolar, qasırğalar) və s.

Sosial risk fövqəladə hadisələrin insan qruplarına mənfi təsirini xarakterizə edir.

Onun müəyyən edilməsi aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$R_s = \frac{\Delta P}{P}$$

burada ΔP – il ərzində fövqəladə hallarda zamanı ölənlərin sayı; P – fövqəladə vəziyyətin təsirinə məruz qalan müəyyən ərazidə yaşayan və ya işləyən insanların orta sayı [5].

Qəzaların, fəlakətlərin və təbii fəlakətlərin zərərverici amillərindən zərər çəkmiş şəxslərin bilavasitə müdafiəsi məqsədilə fövqəladə hallar zonasında qəza-xilasetmə və digər təxirəsalınmaz işlər həyata keçirilir. Müdafiəyə hazırlıq tədbirləri mümkün təhlükələri və risk faktorlarını nəzərə almaqla əvvəlcədən həyata keçirilir. Həmin faktorda insanların məskunlaşmasının xüsusiyyətləri, təbii, iqlim və digər yerli şərait nəzərə alınmaqla diferensiallaşdırılmış qaydada planlaşdırılır və həyata keçirilir.

Fövqəladə hallar zamanı ətraf mühitin mühafizəsi sahəsində insan sağlamlığının qorunması və təhlükəsizliyinin təmin edilməsi sahəsində fövqəladə halların aradan qaldırılmasının həyata keçirilməsinin əsas fəaliyyətlərinə aşağıdakılar daxildir[6]:

1. əhalini təhlükə barədə xəbərdar etmək, mövcud fövqəladə vəziyyət şəraitində hərəkət qaydası barədə məlumat vermək;
2. evakuasiya işlərinin həyata keçirilməsi;
3. vəziyyəti proqnozlaşdırmaq;
4. əhalinin və ərazilərin mühəndis mühafizəsi;
5. radiasiya və kimyəvi müdafiə;
6. tibbi müdafiə;
7. yanğın təhlükəsizliyinin təmin edilməsi.

Əhalinin mühafizəsi tədbirlərinin həcmi, məzmunu və müddətləri müvafiq ərazilərdə təbii və texnogen xarakterli təhlükələrin proqnozları əsasında, onların hazırlanması və həyata keçirilməsi üçün iqtisadi imkanlar nəzərə alınmaqla əsaslandırılmış kifayətlik prinsipi əsasında müəyyən edilir [7].

Nəticə

1. Aparılan tədqiqatlar əhalinin və ərazilərin təbii və texnogen xarakterli fövqəladə hallardan mühafizəsi, fövqəladə halların qarşısının alınması və nəticələrinin aradan qaldırılması sisteminin, onun funksional və ərazi altsistemlərinin fəaliyyətini tənzimləyən hüquqi prinsip və normalar

sisteminin kompleks təhlilinə yönəlmişdir.
2. Tədqiqatın praktiki əhəmiyyəti ondan ibarətdir ki, onun nəzəri müddəaları, nəticələri və tövsiyələri təhlükəsizliyin ümumi nəzəriyyəsini təhlükəsizlik sahəsində siyasətin məzmununu və istiqamətini aydınlaşdırır, onu fərdin maraq və hüquqlarının ilkin reallaşdırılmasına yönəldir, onun həm proqnozlaşdırıla bilən, həm də gözlənilməz təhlükələrdən qorunmasını təmin edir.
3. Əhalinin və ərazilərin fövqəladə hallardan qorunması üzrə fəaliyyətlər ölkəmizin təhlükəsizliyinin təmin edilməsində ən vacib olanlardan biridir və dövlət hakimiyyəti və yerli özünüidarəetmə orqanları, xüsusi yaradılmış idarəetmə orqanları və müəssisə həmçinin idarələrin qüvvələri, ictimai birliklər və vətəndaşlar tərəfindən həyata keçirilən təşkilati, texniki, iqtisadi və hüquqi tədbirlər kompleksi şəklində təqdim edilə bilər.
4. Fövqəladə hallar və həyat fəaliyyətinin təhlükəsizliyi insan və ətraf mühit arasında rahat qarşılıqlı əlaqə haqqında elmdir. Ölkə əhalisini və iqtisadiyyatını qəzaların, fəlakətlərin, təbii fəlakətlərin nəticələrindən, qorumaq üçün həyata keçirilən dövlət, sosial və müdafiə tədbirləri sisteminin tərkib hissəsidir.
5. Fövqəladə hallar zamanı xilasetmə xidməti fövqəladə halların qarşısının alınması və aradan qaldırılması üzrə konkret vəzifələrin həlli üçün nəzərdə tutulmuş, funksional olaraq vahid sistemdə birləşdirilmiş idarəetmə orqanlarının, qüvvələrin və vasitələrin məcmusudur, əsasını qəza-xilasetmə dəstələri təşkil edir..

Ədəbiyyat

1. A.N. Koterov, Biological and medical effects of low LET radiation for different dose ranges / A.N.Koterov, A.A.Vainson // Medical radiology and radiation safety. - 2015. - V. 60. - No. 3. - P. 5 - 31.
2. R.I. Aizman, N.S. Shulenina, V.M. Shirshova Fundamentals of Life Safety / R.I. Aizman, - 2nd ed., reprinted. - Novosibirsk: Sib. University Press, 2010. - 247 p.
3. V. F. Demin Comprehensive assessment and analysis of health risks from exposure to ionizing radiation, chemical pollutants and other sources of harm / VFDemin -in the book "Environmental Safety in Ports and Coastal Areas", Eds Linkov, I. -2007. - Springer. - P. 317 - 327.
4. V.A. Legasov Security as an economic factor. The cost of risk / Legasov V.A., Demin V.F., Shevelev Ya.V. // Problems of risk analysis. - 2005. - V. 2. - No. 2. - P. 185 - 189.
5. V.F. Demin, S.M. Novikov Standardization and comparison of risks of various nature (ionizing radiation, chemical pollution, accidents, incidents, etc. / Demin V.F., Novikov S.M. - in the collection "Risk assessment of the impact of environmental factors on health: problems and solutions", Materials of the Plenum of the Interdepartmental Scientific Council for the Environment of the Russian Federation, December 10, 2012. - RAMS, MZ RF - P. 51.
6. A.A. Bykov On the problem of assessing socio-economic damage using the risk price indicator / Bykov A.A., Faleev M.I. // Problems of risk analysis. - 2005. - v.2. - № 2. - P. 114 - 131.
7. I.L. Abalkina, V.F. Demin , S.I. Ivanov, S.M. Novikov, B.N. Porfiryev Economic parameters of risk assessment for calculating the damage caused to the health of the population from the impact of various harmful factors // Problems of risk analysis. - 2005. - V. 2. - No. 2. - P. 132 - 138.

Ensuring the protection of human health and safety in the field of environmental protection during emergencies

Samadaga Rizvanli[1], Lala Huseynova[2], Amina Huseynova[3]
[1,3] Azerbaijan State Oil and Industry University, "Industrial Safety and Labor Protection" department
[2] Azerbaijan State Oil and Industry University, "Chemical technology" department
[1] Master student, rizvanlisemedaga170@gmail.com, https://orcid.org/0009-0003-3093-0073
[2] Docent,candidate of chemical sciences, h.lala67@mail.ru, https://orcid.org/0009-0005-2994-6136
[3] Doctoral student, aminahus@yahoo.com, https://orcid.org/0009-0008-3460-8141

ABSTRACT

The presented article discusses the system of measures taken to protect human health and ensure safety in the field of environmental protection during emergencies. In our modern era, people are constantly exposed to various types of threats in their living conditions. Every year, thousands of natural disasters, accidents, various dangerous events, and sabotage occur in the world, including in our country, which cause numerous human casualties and significant material losses. The rapid expansion of production capabilities in our country, the development of energy and transport, intensive extraction of natural resources, the widespread use of fertilizers and pesticides in agriculture, and land reclamation have led to ecological disasters in a number of regions of our republic. The main task of environmental protection during emergencies is to ensure normal (comfortable) conditions for human activity and life, to protect people and the natural environment from the effects of harmful factors exceeding the normative and permissible limits. Ensuring safety in the human living environment helps to protect people's lives and health by reducing injuries and various types of dangerous diseases. Here, the main source of safety of human life during emergencies is the prevention of potential danger and the implementation of measures against it. Potential danger is mainly a universal feature in the process of human interaction with the environment. The article reflects, in addition to the natural hazards occurring in our time, various types of dangerous and harmful factors of anthropogenic nature, as well as protective measures against these dangers.

In the field of environmental protection during emergencies, the following should be reflected in the field of human health protection and ensuring safety:

- preparation of the population for emergencies and environmental protection in the field of their safety;
- a unified state system for the prevention and elimination of emergencies, its structure and tasks;
- assessing the possible risk of emergencies and taking measures to eliminate their consequences;
- mastering the methodology for developing psychological stability of behavior in emergencies;
- organizing rescue operations in various types of emergencies;
- characteristics of natural, technogenic and social hazards;
- principles, rules and requirements for safe behavior and protection in various conditions and emergencies.

The constant increase in damage from natural and man-made disasters is largely determined by rapidly developing urbanization. The settlement of people in cities, their interaction with hazardous industries, and environmental degradation increase the risk of social and economic losses during various types of disasters.

Keywords: *emergencies, environment, health, ecology, safety, human*.

Обеспечение охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности человека в области охраны окружающей среды при чрезвычайных ситуациях

Самадага Ризванли[1], Лала Гусейнова[2], Амина Гусейнова[3]
[1,2,3]Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
[1,3]Кафедра «Промышленная безопасность и охрана труда»
[2]Кафедра «Химическая технология»
[1]Мастер, rizvanlisemedaga170@gmail.com, https://orcid.org/0009-0003-3093-0073
[2]Доцент, кандидат химических наук, h.lala67@mail.ru, https://orcid.org/0009-0005-2994-6136
[3]Аспиранта, aminahus@yahoo.com, https://orcid.org/0009-0008-3460-8141

АННОТАЦИЯ

В представленной статье рассматривается система мер, принимаемых для защиты здоровья людей и обеспечения безопасности в области охраны окружающей среды при чрезвычайных ситуациях. В нашу современную эпоху люди постоянно подвергаются различным видам опасностей в условиях своей жизни. Ежегодно в мире, в том числе и в нашей стране, происходят тысячи стихийных бедствий, аварий, различных опасных происшествий и диверсий, которые приводят к многочисленным человеческим жертвам и значительным материальным потерям. Стремительное расширение производственных возможностей нашей страны, развитие энергетики и транспорта, интенсивная добыча природных ресурсов, широкое применение удобрений и ядохимикатов в сельском хозяйстве, мелиорация земель привели к экологическим катастрофам в ряде регионов нашей республики. Основной задачей охраны окружающей среды при чрезвычайных ситуациях является обеспечение нормальных (комфортных) условий жизнедеятельности и жизни человека, а также защита людей и окружающей природной среды от воздействия вредных факторов, превышающих нормативные и допустимые нормы. Обеспечение безопасности в среде жизнедеятельности человека позволяет защитить жизнь и здоровье людей за счет снижения травматизма и различных видов опасных заболеваний. При этом основным источником обеспечения безопасности жизни людей в чрезвычайных ситуациях является предупреждение потенциальной опасности и принятие мер по ее устранению. Потенциальная опасность по сути является универсальной чертой процесса взаимодействия человека с окружающей средой. В статье отражены, помимо опасных природных явлений, происходящих в нашу современную эпоху, различные виды опасных и вредных факторов антропогенного характера, а также меры защиты от этих угроз.

В области охраны окружающей среды и обеспечения безопасности жизнедеятельности людей при чрезвычайных ситуациях необходимо отразить:

– охрана окружающей среды в области готовности к чрезвычайным ситуациям и обеспечения безопасности населения;

– единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, ее структура и задачи;

– оценивать возможный риск возникновения чрезвычайных ситуаций и принимать меры по ликвидации их последствий;

– освоить методику развития психологической устойчивости поведения в чрезвычайных ситуациях;

– организация спасательных работ при различных видах чрезвычайных ситуаций;

– характеристика угроз природного, техногенного и социального происхождения;

– принципы, правила и требования безопасного поведения и защиты в различных условиях и чрезвычайных ситуациях.

Непрерывный рост ущерба от природных и техногенных катастроф во многом обусловлен быстро развивающейся урбанизацией. Расселение людей в городах, их взаимодействие с опасными производствами, ухудшение состояния окружающей среды увеличивают риск социальных и экономических потерь при различных видах катастроф.

Ключевые слова: *чрезвычайные ситуации, окружающая среда, здоровье, экология, безопасность, человек*.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1133

YENI NÖV FUNKSIONAL XASSƏLƏRƏ MALIK ÇÖRƏK-KÖKƏ MƏMULATLARININ ISTEHLAK XASSƏLƏRI VƏ KEYFIYYƏTININ EKSPERTIZASI

Əkbərova Fəridə[1], Nəzrin Şixəliyeva[2]

[1,2] Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti, "İqtisadi və texnoloji elmlər" kafedrası
[1] Baş müəllim, texnika üzrə fəlsəfə doktoru, farida_akperova@mail.ru
[2] magistr, nazrin.shixaliyeva@gmail.com

XÜLASƏ

Bu araşdırmada 2024-2025-ci illərdə ticarət obyektlərində geniş şəkildə istehlak edilən 4 çeşiddə çörək-kökə məmulatlarının xüsusiyyətləri tədqiq olunmuşdur. Təcrübə materialı satışda olan çörək və kökə məmulatlarının əmtəəlik görünüşləri, keyfiyyəti və istehlak xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi üçün nümunələr götürülmüşdür. Tədqiqat işi 3 dəfə təkrar aparılmışdır. Bu tədqiqatda öyrənilən çörək-kökə çeşidlərinin keyfiyyəti ilə bağlı xüsusiyyətləri araşdırılmış və istehsal mərhələləri izlənilmişdir. Tədqiqat çərçivəsində çörək-kökə çeşidlərində istehsalın xüsusiyyətləri, istehlak tələbini ödəmək qabiliyyəti araşdırılmışdır. Bu tədqiqat materialı kimi keyfiyyət və qidalılıq dəyəri göstəriciləri baxımından ön plana çıxan mayasız, çovdar unundan, qarışıq taxıl unundan, kətan toxumu əlavə edilmiş, balqabaq tumu və zeytun əlavə edilərək istehsal edilmiş çörək-kökə çeşidlərindən "Zeytunlu çörək", "Balqabaq tumlu", "Kətan toxumlu" və "Qarabaton" mayasız (acıtma xəmiri) çörək növləri olmuşdur. Bu araşdırmanın nəticələri göstərir ki, çörək-kökə məmulatlarının əmtəəlik göstəricilərinin və keyfiyyətinin yüksək olması üçün istehsalın səmərəliliyi əlverişli olmaqla yanaşı, müxtəlif çörək sortlarının qidalılıq potensialına da fərqli təsir göstərir. Tədqiq olunan 4 çörək-kökə sortu arasında həm mayasız, həm pəhriz, həm də liflərlə zəngin olan sortların qidalılıq göstəriciləri müqayisə edilmişdir. Araşdırma zamanı müşahidə edilən istehsal mərhələləri çörək sortlarının istehlak qabiliyyətini nümayiş etdirmişdir. Xüsusilə, Mayasız, Zeytunlu və Qarabaton çörək sortları yüksək qidalılıq və əmtəəlik keyfiyyət göstəriciləri ilə seçilmişdir. İşlənmiş buğda unundan hazırlanmış və maya istifadə edilən çörək sortları həzm və artıq kalori baxımından piylənməyə səbəb olan aşağı nəticələr göstərmişdir. Tədqiqat nəticələri göstərir ki, çörək-kökə məmulatlarının istehsalında əsasən kaloriliyi yüksək olan buğda unundan daha az, yüksək lifli və qidalılıq dəyəri yüksək olan xammalların istifadəsi, həmçinin istehsal proseslərinin səmərəliliyi üçün tədbirlərin düzgün tətbiqi keyfiyyətin artırılmasında mühüm rol oynayır. Gələcəkdə bu tədqiqatların genişləndirilməsi və digər istehsal faktorlarının təsirinin araşdırılması istehsalatda daha yüksək keyfiyyətli və yüksək qidalılıq dəyərli məmulatlar əldə etməyə imkan verəcəkdir. Bu tədqiqat qida sənayesi ilə məşğul olan sahibkarlar və istehsalçı şirkətlər üçün praktik məsləhətlər verməklə bərabər, çörək sortlarının seçimi və istehsalı sahəsində elmi biliklərə əsaslanan yanaşmalar təklif edir.

Açar sözlər: *Çörək-kökə, qidalılıq, funksional, mayasız (acıtma xəmiri).*

GİRİŞ

Çörək qida məhsulları arasında ən dəyərli məmulatlardan biri hesab olunur. Elmi tədqiqatlar göstərir ki, çörək məmulatı insanlar tərəfindən min illər əvvəl qəbul olunmaya başlanılıb. Çörək özünəməxsus ətrə, dada və yüksək lifli tərkiblə qida rasiounda xüsusi əhəmiyyətli yer tutaraq insanların daim diqqətini cəlb etmişdir. Çörək-kökə məmulatlarının tərkibində yaş meyarlarına müvafiq olan insan orqanizmi üçün vacib olan vitmaminlər (B qrupu), mineral elementlərlə, müxtəlif aminturşuları və üzvi maddələr və digər lazımlı maddələr mövcuddur. Qarışıq taxıl unu, kəpəkli, qarabaşaq unundan istifadə etməklə hazırlanan çörək məmulatı yüksək dəyərli liflərlə zəngindir.[8] Məhsulların gözəl, təbii, göz oxşayan xarici və daxili görünüşü, oflaktor xüsusiyyətləri, xoş qoxusu məhsulların istehlakçılar tərəfindən cəlbediciliyinin artmasında böyük rol oynayır. Kalorisi aşağı, vitaminlərlə və liflərlə zəngin, probiotik tərkibli və ya qlüteni olmayan çörək və ya kökələrə əhəmiyyətlidir. Funksional xassələri olan, bu növ məhsulların digər qida məhsullarından fərqini, onların sadəcə doyurucu və enerji verici deyil, eyni zamanda müəyyən sağlamlıq faydaları təmin olunmasıdır. Antioksidant xassəli olan və ya ürək-damar xəstəlikləri riskini azaldan maddələrinin (məsələn, omega-3 yağ turşuları, liflər, minerallar və s.) zənginləşdirilmiş çörək-kökə məmulatlarını misal göstərmək olar. İstehlak xassələrinə nəzər yetirsək, bu məmulatların istehlakçının tələblərinə uyğunluğu üçün onların dadı, qoxusu, görünüşünün, strukturunun düzgün olmasının çox önəmi var. Çörək enerji təminatlı qidalardandır, vitamin və mineral tərkibi məhsulların növündən asılı olaraq dəyişə bilər. Tam taxıl xammallı çörəklər B qrup vitaminlərlə (Tiamin, Riboflavin, Niasin, Piridoksin, Fol turşusu və s.), Cu (mis), Zn (sink) və Fe (dəmir) kimi minerallar qaynağıdır .[6] Taxıl məhsulları liflə zəngin olduğundan çörək lifli qida məhsillarından hesab olunur. Taxıl məhsulları çox işlənməyə məruz qalmazsa, o tərkibindəki liflərin hesabına xolesterolun azalmasına, bağırsaq perestaltikasının artmasına, həzm sisteminin normal fəaliyyətini təmin edir. Çörək-kökə məhsulları sosial və mədəniyyət baxımından xüsusi yer tutur. Milli bayramlarda, etnik tərkibli millətlərin tədbirlərində, adət-ənənlərdə mühüm yer verilir. Müxtəlif bayramlarda, mərasimlərdə süfrələrdə böyük yer verilir. Xüsusilə Özbək çörəkləri, İtaliyaya məxsus „Baget"çörəyi, Fransız kökələri, provaslavların qeyd etdiyi Pasxa bayramında „Kuliç" hazırlanması və digər xalqların tarix-ənənələrində müxtəlif çörək və kökə məmulatlarına rast gəlinərək dəyərli hesab olunur. Cari dövrə nəzər saldıqda ekoloji çirklənmə, ətraf mühit amilləri, insanların gündəlik məişət şəraitində avtomatlaşdırılmanın (robototexnika) geniş yer tutması, işlənmiş qidalar sağlamlığa təsirsiz olmamışdır. Bu səbəbdən qəbul etdiyimiz qida ilə əldə etdiyimiz və sərf etdiyimiz enerji arasında qanunauyğunluğun pozulması bir çox xəstəliklərə, piylənməyə, insulin dirəncinin yaranması, şəkərli diabet xəstəliyinə, damarların kiröclənməsinə, xolesterin səviyyəsinin qan göstəricilərində yüksəlməsinə, anemiyaya səbəb olur. Taxıl işlənərək alınmış unlar həzm sisteminin yavaşımasına, ağız boşluğu, mədə-bağırsaq sisteminin qələvi-turşu mühitinin, bağırsağın peristaltikasının ləngiməsinə səbəb olur. Yeni bişirilmiş ətirli çörək iştahanı açaraq xoş təəssürat yaratsa da çörək hazır olduqdan sonra mütləq soyudulmalıdır. Çörəyin soyudulmadan isti şəkildə qəbulu mütəxəssislər tərəfindən sağlamlıqla bağlı müəyyən problemlərə yol açdığı iddia olunur.[4] Qida borusunda xərçəng şişlərinin əmələgəlmə riskini artırır.

Elmi mənbələrdə isti çörəyin müntəzəm qəbulu qida borusunda xərçəng şişlərin əmələgəlmə riskini artırdığı bildirilir. Həkimlərin, qida mütəxəssislərin və dietoloqların araşdırılması ağ undan hazırlanan təzə bişmiş çörək isti olmadığı halda da, həzm traktının mikroflorasında çörək nişastası ilə qidalanan zərərli bakteriyaların aktivliyinin artmasına şərait yaradır. Bu proses nəticəsində qıcqırma, həmçinin qarında köp və ağrılar, həzm traktında iltihab

əmələ gəlir. Yeni bişirilmiş çörəyin tərkibindəki maya göbələkləri qarın və bel hissədə piy yığınlarını yaradır.[9] Acıtma xəmiri (mayasız), çox işlənməmiş, əlavələrsiz tam taxıl məhsullarından alınan undan hazırlanmış çörəklərə üstünlük verilməsi gərəkdir. Ölkəmizdə bu sahənin inkişafı bir çox qərarların qəbulu, islahatların keçirilməsinə səbəb olmuşdur. Buna misal olaraq, İqtisadiyyat Nazirliyi yanında Antiinhisar və İstehlak Bazarına Nəzarət Dövlət Xidmətinin tabeliyində olan Azərbaycan Standartlaşdırma İnstitutu tərəfindən Türkiyə standartları əsasında AZS TS 13412:2023 "Dəmirlə zənginləşdirilmiş buğda unu", AZS TS 3997:2023 standartının qəbulun göstərmək olar. Unun tərkibinin zənginləşdirilməsi əhalinin xüsusi qrupu, körpələr, yaşlıların sağlamlığını möhkəmləndirməyə, məhsulun keyfiyyətini və qida dəyərinin artırılmasına əsas hesab olunaraq diqqət mərkəzində saxlanılır. AZS TS 13412:2023 "Dəmirlə zənginləşdirilmiş buğda unu" standartı dəmirlə zənginləşdirilmiş buğda ununa aid edilir.[1] Bu dövlət proqramının nəzərdə tutduğu qarşıya qoyulan vəzifələr uğurla yerinə yetirilir. Bu sahədə istehsal məhsuldarlığın daha da artırılması, keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması, beynəlxalq standartlara uyğunlaşdırılması, istehlakçılarda etibarın yüksəlməsi və məhsulun keyfiyyəti haqqında dəqiq məlumat əldə edilməsini təmin etmək məqsədi ilə yeni dövlət standartının qəbul edilməsinə ehtiyac duyulub. Unun dəmirlə zəngilləşməsi qeyri-normal qidalanma nəticəsində yaranmış orqanizm fəaliyyətinin pozulmalarının aradan qaldırlmasına yardımçı olur. Bu cür yanaşma ilə bir çox ölkələrdə müsbət nəticə əldə olunmuşdu. Buna misal olaraq, Çilidə una B9 vitamini (fol turşusu) ilə zəngiləşdirilərək 1 il ərzində Spinal bifida (onurğa kanalının tam bitişməməsi kimi pozulma vəziyyətinin 51,0 % azlamasına səbəb olmuşdur. Çin Xalq Respublikasında soya yağına dəmirin əlavə edilməsi anemik halların üçdə bir hissəsini aradan qaldıraraq müsbət nəticə əldə olunmuşdu. Karnataka (Hindistan) ştatında duza dəmir əlavə edərək zənginləşdirilməsi sayəsində on ay ərzində şagirdlər arasında anemik halların göstəriciləri 16%-dən 7%-ə enmişdi (2 dəfə azalaraq). Südə San-Pauluda (Braziliya) şəhərində Fe (dəmir), A və D vitamini əlavə edilərək zəngilləşdirilməsi immun sisteminin möhkəmənməsinə, idrak, intellekt, qavrama inkişafına səbəb olmuşdur. Anemiya halının 62,30%-dən 26,40%-dək enməsinə təsir etmişdir. Azərbaycan Respublikasında unun dəmirlə zəngilləşdirilməsi qərarının qəbul edilməsi, əhalinin bütün təbəqələri gündəlik çörək və un məmulatlarından istifadə etdiyi üçün daha effektli olması, ucuz başa gəlməsi ilə seçilir. Unun görünüşünə, dadına, rənginə heç bir dəyişiklik yaratmır. Azərbaycanda qida sənayesində çörək istehsalı sahəsinin inkişafını və bu sahəni aparıcı sahələrdən birinə çevirlməsi məqsədilə müxtəlif dövlət proqramları hazırlanır (çörək unun dəmirlə zənginləşməsi və s.) [1].

Tədqiqat

Tədqiqat üçün seçilmiş çörək növlərinin tərkibinə qarışıq taxıl unu, balqabaq tumu, zeytun, qarabaşaq unu, süddən, kətan toxumundan istifadə olunmuşdu. Son zamanlar insanların sağlam qidalanmaya diqqətinin artması çörək istelsalına da təsir etmişdir. Bu baxımdan çörək istehsalçıları qida lifləri ilə zəngin, vitamin dəyəri yüksək, həzm sistemi tərəfindən yaxşı mənimsənilən çörək–kökə istehehsalı üzərində işlər prespektivini genişləndirərək alıcıların tələbatlarına cavab verməyə hədəfləyirlər.[3] Fəaliyyətlərini daha çox alıcı kütləsinin tələbatını ödəmək, sağlamlıq xüsusiyyətlərinə yönəldirlər. Xüsuilə yaşlı insanların, məktəblilərin, hamilələrin tələbatlərarının ödənilməsi çörək istehsalında yüksək keyfiyyətli məmulatın istehsalını ehtiva edir. Tədqiqatın məqsədi çörək istehsalında əhalinin çörək-kökə məmulatlarına olan tələbatını ödəməklə yanaşı, yüksək keyfiyyətdən ibarət, insana lazım olan elementləri, aminturşuları, vitaminləri, üzvi maddələrlə təmin edərək, orqanizmi yormayan məmulat istehsalının tərkibinin araşdıraraq, bu tələblərə uyğunluğunun müşahidə edilməsidir.

Bu gün istehsalatda işlənmiş, tərkibində lazımlı maddələr kənarlaşdırılaraq, qabıq hissədən tam təmizlənmiş taxıl məhsullarından alınmış undan hazırlanmış çörəklər orqanizmdə bir çox probləmlərə yol açdığından bu kimi məmulatın qəbulundan insanlar çəkinir. [7]

Material. Tədqiqat işi "Zeytunlu çörək", "Balqabaq tumlu çörək", "Qarabaşaq çörəyi", "Kətan toxumlu çörək" adlı yüksək keyfiyyətli çörək növləri əsas götürülmüşdür. Əsas istehsalçı müəssisə "Favorit Premium "istehsal və satış marketlər şəbəkəsidir. Tədqiqat işinin əhatə etdiyi çörəklər yeni növ çörək istelsalına aid olub, istehlakçıların ehtiyaclarını ödənilməsinə xidmət edir. Üzərində işlənən bu çörək növləri beynəlxalq standart tələblərinə cavab verərək hazırlanır. Həmçinin ekoloji çirklənmə yaratmamaq üçün şüşə və taxta piştaxtalarda, kağız qablaşdırmadan istifadə edərək ətraf mühiti tullantılardan mühafizəsi diqqətdə tutlur.

Metodika. Tədqiqat işində istifadə edilən əsas üsullar: İqtisadi yanaşsaq bazar araşdırmalasında istehlakçının xüsusiyyətləri yeni növ çörək və kökə məmulatları üçün ehtiyac və tələbləri anlamaq gərəkdir. Bu mərhələdə anketlərin və sorğuların vasitəsilə istehlakçıların məhsul haqqındakı düşüncələrini, eyni zamanda tələblərini öyrənmək lazımdır. Məhsulun orqanoleptik xüsusiyyətləri barədə istehlakçıların rəyləri nəzərə alınır. Bazar monitorinqləri nəticəsi bazarda mövcud olan başqa funksional çörək və kökə məmulatlarının analizlərini həyata keçirir. Laborator göstəricilərin istehlak xassələrini və keyfiyyətini dəqiq ölçülməsi üçün müxtəlif laboratoriya testləri əsasında aparılır. [10] Nəzəri hissə müvafiq elmi ədəbiyyatlara əsaslanaraq, tədqiqatın təcrübi bölümü isə çörəyin bişirilmə və tərkibinin müayinə metodikasına əsasən hazırlanıbdır. Göstərilən mənbələrə uyğun təyin edilmişdir ki, xəmirin və çörəyin formalaşmasında suyun rolu böyük olsa da xammalın keyfiyyətli və lazımlı əlavələrdən təşkil olması çox əhəmiyyətlidir. "BAKE" proqramından istifadə olunaraq texnoloji göstəricilər öyrənilmişdir. Un – 601q, narın xörək duzu – 16,0 q, quru maya – 4 q, zeytun yağı – 15 q. Proqram üzrə texnoloji rejimlər isə köpdürmə 30,1÷60,1 (46) dəqiqə, yoğurma 16÷31 (26) dəqiqə, qıcqırma 111÷141 (121) dəqiqə, bişirmə müddəti 51 dəqiqə; bişirmə temperaturu 250 və 260^0C nisbətində, texnoloji dövr cəmi 241 dəqiqə götürlmüşdür. Fiziki - kimyəvi analizləri aparmaqla çörək-kökə məmulatlarının tərkibindəki maddələr - vitaminlər, minerallar, liflər, zülallar və s. təyin olunur. Aparılmış analizlərlə məhsulun funksional göstəricilərini, sağlamlıq üçün faydalarını müəyyən etmək olur. [11]

Nəticələrinin müzakirəsi və təhlili.

"Yeni növ funksional xassələrə malik çörək-kökə məmulatlarının istehlak xassələri və keyfiyyətinin ekspertizası" mövzusu elm, qida sənaye sahəsində aktual məsələdir. Ərzaq sənayesində sağlıqlı və innovativ qida çeşidlərin istehsal və istehlakını təmin etməyi düşünür. Çörək və kökə məhsulları doyurma məqsədindən əlavə, sağlamlıq baxımından yüksək keyfiyyətli təsirə malik xassələri təmin edilməlidir. Məhsul istehsalı elmi və qida texnologiyasının inkişafı ilə bağlıdır. Yeni elmi biliklərdən ibarət kəşflər mühüm yeni funksional çörək və kökə məmulatlarında yeni növ funksional maddələrin, prebiyotiklər, probiyotiklər, vitaminlər, minerallar, antioksidantlar və s. tətbiq edilməsi məhsulun qida dəyərini artırır. Bu formada tətbiq istehlakçılar üçün sağlamlıq baxımından faydalı ola bilər. İmmunitetin yüksəldilməsi və qanda şəkərin tənzimlənməsi nəzərə alınmalıdır. Funksional çörək və kökə məmulatlarının istehsalı üçün yeni texnologiyalar tətbiq edilə bilər. Buna misal olaraq, fermentasiya, xüsusi biotexnoloji proseslər və digər müasir üsullar vasitəsilə məhsulun funksional xüsusiyyətlərinə müsbət təsir edilə bilər. Yeni texnologiyalar məmulatın saxlanma müddətini, həmçinin dad keyfiyyətini yaxşılaşdırır. Yeni növ çörək-kökə məhsullarının istehlak xassələri dad, qoxu, rəng, tekstura və s. tələblərinə uyğun olaraq qiymətləndirilməlidir. Çörək-kökə məmulatlarının keyfiyyətinin

ekspertizasının təyin edilməsi, məhsulun sağlamlıq faydalarının nəticələrinin olması və istifadəçi bazasının tələblərinə cavab verməyi əhəmiyyətlidir. Unun keyfiyyətinin yüksək olması seçilmiş taxıl məhsulundan asılıdı və bu da ilk növbədə əkin–becərmə şəraitinə əsaslanır. Süfrədən – tarlaya prinsipinə söykənərək əsas hesab edililir. Yeni növ çörək çeşidlərimiz sırasında mayasız çörəklərdən unsuz, glutensiz Vegipan, kətan toxumlu, qarışıq taxıl, zeytunlu, çovdar, kəpəkli, küncüt, qarabaşaq və balqabaq tumlu çörəkləri göstərmək olar.

Kətan toxumu çörəyi 550 q. Kətan toxumu 5,0%, başlanğıcda çovdar unu 49,2%, su, duz, acıtma xəmiri (balata). Kətan toxumu çörəyi kətan toxumları istifadə olunaraq bişirilən yüksək lifli, qidalı sağlam məhsullardan hesab edilir. Omeqa-3 yağ turşuları, lif, antioksidantlar olan qiymətlidir məhsuldur. Bu cür hazırlanmış çörək həzmin yaxşılaşmasına, xolesterolun qanda göstəricilərinin enməsinə, ürək və qan-damar sisteminin sağlamlığının qorunmasına əhəmiyyətli təsir edir. Kalori tərkibi-281 kkal, yağlar-13,94, karbohidrat-1,38 q, lif-17,77 mq, vitamin B1 (tiamin) - 0,22 mq, 15%, vitamin B2 (riboflavin) - 0,07 mq, 4%, vitamin B3 (niasin) - 1,40 mq, 9%, vitamin B6 (piridoksin) - 0,08 mq, 4,0%, vitamin E (tokoferol) - 2,48 mq, 16,0%, vitamin K (filloquinon) - 7,86 mkq, 10%, maqnezium (Mg) – 57.43 mq, 14.0%, kalium (K) – 101.71, mq - 3,0%, fosfor (P) - 78,99 mq, 10,1%, dəmir (Fe) - 0,82 mq, 5,1%, sink (Zn) - 0,57 mq, 4,0%. Kətan toxumları üyüdülərək qarışığa əlavə edilir.

Qarabaşaq çörəyi. Çəkisi: 545 q. Qarabaşaq tərkibli undan hazırlanmış çörək zülal (protein) tərkibli, lifli, həmçinin antioksidantlar ilə zəngin tərkibə malikdir. Qanda şəkərin miqdarının sabit saxlanması, ürək sağlamlığının mühafizəsi və həzm sistemi tərəfindən mənimsənilməni yaxşılaşdırır, qlütensizdir, enerji dəyərini artırır və çəkinin tənzimlənməsinə yardım olur. Bu məhsul təbii, orqanik və yerli mənbələrdən hazırlanır bununla birlikdə süni konservant, rəngləndirici və ya ətirləndiricilər istifadə edilmir. Kalori tərkibi – 288 kKal, yağlar - 10,8 q, karbohidrat - 2,1 q, lif - 16,9 q, vitamin B1 - 0,19 q, vitamin B2 - 0,08 q, vitamin B6 - 0,09 q, dəmir - 1,1 q, maqnezium - 55,48 q, kalium - 101,88 q.

Çörəyin tərkib göstəricisi 4,9 - 7,8% zülaldan, 40,5 - 44,5% karbohidratdan (nişasta), vitaminlərdən (B1, B2, B6, PP, H, E və s.), minerallı (fosfor, maqnezium, kalium, kalsium) və başqa maddələrdən ibarətdir. Araşdırma nəticəsində aydın olmuşdur ki, xəmir yetişməsi və çörək bişirilməsi zamanı tərkibində 200-dən artıq üzvi maddələr, həmçinin 71 karbonlu, 22 spirt və fenol, 33 üzvi turşu, 18 efir, 8 kükürdlü birləşmələr və əlavə maddələr formalaşdırır. Çörəyin qoxusunun, tamının, rənginin yaranmasında xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. [6, 11] Orta yaşlı insanın gündəlik 400-450 q çörək və ya çörək-kökə məmulatı yeməsi yol veriləndir. Fiziki işə enerji sərf edənlər 750-850 q, zehni işə enerji sərf edənlər 350-450 q çörək və ya kökə məmulatı qəbul edə bilər. Gündəlik rasionumuzda ət, balıq, yumurta, tərəvəz, meyvə və digər zülal, dəyərli elementlərlə zəngin qidaların qəbul olunması hesabına çörəyin qismən az daxil edilməsi məqsədə uyğundur. [1, 2] İnsanın tələb etdiyi sutkalıq enerji dəyərinin üçdən bir hissəsini, zülalların 31%-i, fosforun, dəmirin, B1 və PP vitaminlərinin 35-39%-i, kalsium, maqnezium, mikroelementlərin, E, H və B6 vitaminlərinin müəyyən qismi çörək və kökə məhsulu tərəfindən təmin edilir .[1, 6] Çörək məhsulunun yüksək dəyərliyi və həzm edilməsi tərkibindəki maddənin kimyəvi tərkibindən, içliklərindən, qoxusundan və tamından asılılığı mühümdür. Çörək və kökə məmulatlarının kimyəvi tərkibi yüksək tərkibli undan, əlavə ediləcək dad verici maddələrdən, çörəyin bişirilməsində baş verəcək dəyişikliklərdən çox asılılığı var.

Buğda unlu balqabaq tumlu çörək**.** Çəkisi: 85 qr. 100 qr. məhsulda: Enerji dəyəri: 1205/287 kCoul/kKal. Karbohidratlar - 45,68 qr., zülal - 9,0qr, yağ - 7,10 qr. Tərkibi 11,1% balqabaq tumu olan buğda qarışıqlı çörək ləziz dietik çörəklərdən sayılır. Mayasız olub, diabetik xüsusiyyətə

malikdir. Tərkibi su, duz, şəkər, bitki yağı, buğda unu, süd, acıtma xəmiri, balqabaq toxumu və unundan ibarətdir. Balqabaq tumunun tərkibində insan orqanizmi üçün faydalı hesab edilən vitamin E, fosfor, sink, dəmir, kalsium, maqnezium və natrium mineralları ilə dəyərlidir. Balqabaq tumunun tərkibini təşkil edən yağlar metobalizmin düzgün işlənməsini həmçinin, hormon balansının sabitliyini, uzun müddət orqanizmin tox saxlanmasını səbəb olur. Bu tumların tərkibini təşkil edən lif qanın xolesterin miqdarının enməsinə yardım edir. Mütəxəssislərin araşdırması nəticəsində məlum olmuşdur ki, omeqa-3 yağ turşusu qan laxtalanması, eləcə də ürəyin aritmiyası kimi patologiyaların yaranmasının əngəllərək infarkt, insulta qarşı mühafizə edir. Çörəklərin balqabaq tumundan istifadə olaraq istehlakı dünya tibbinin mübarizə apardığı prostat xərçəngi, qadınlarda rast gəlinən süd vəzi xərçəngi riskini azaldaraq, müalicəsində mühüm təsir göstərir.

Tam taxıl unundan hazırlananmış çörəyin tərkibi qanda qlükozanın həcmini normallaşdıran, uzun müddət toxluq hissinə səbəb olan, həmçinin ürək-damar xəstəlikləri, şəkərli diabet, piylənmə və mədə-bağırsaq xəstəliklərinin yaranmasını azaldan liflər mövcuddur. Ən əsası isə belə çörək yaxşı əhval yaradan serotoninin hormonun istehsalını artırır.

Zeytunlu çörək. Sağlıqlı, ləzzətli alternativ axtaran istehlakçılar üçün mükəmməl mənimsənilən, eyni zamanda doyumlu çörək növüdür. Bu çörək yüksək lifli, zülalla dəyərli çörək mayasız bişirilir, bu ona müxtəlif pəhriz ehtiyacları üçün həqiqətən dadlı və həzm olunan üstünlük verir. Sağlamlığını düşünən istehlakçılar üçün əla seçim hesab edilir. Müəyyən qrup fərdlər üçün əlverişlidir. Qlutensiz və vegan pəhrizlərinə üstünlük verənlərin siyahısına aid etmək olar. Davamlı enerji mənbəyi hesab olunan lif və proteinlə zəngindir. Enerji 934 kCoul/225kKal, karbohidratlar - 10.2 q, lif - 6.7q, zülal - 6.7q, omega 3 – 2 q, omega 6 - 6.2 q.

Tədqiqat işində istifadə olunmuş çörək nümunələrinin orqanoleptiki və fiziki- kimyəvi göstəricilərin aşağıdakı cədvəldə göstərilmişdir.

Cədvəl. Çörək nümunələrinin orqanoleptiki və fiziki- kimyəvi göstəriciləri.

Çörək növü / Keyfiiyət göstəriciləri	Zeytunlu çörək	Balqabaq tumlu çörək	Kətan toxumlu çörək	Qarabaşaq unundan çörək
Forması	Mərkəzi hissə qabarıq olub, kənara doğru dartılmış uzun	Kürəşəkilli	Baton quruluşlu	Orta hissəsi qabarıq kənarlara uzanmış
Qabığının vəziyyəti	Qabarıqlı	Hamar, balqabaq tumları ilə örtülmüş	Qeyri-düzgün	Çatlı
Qabığının mm-lə qalınlığı	3 mm	2,8 mm	3,5 mm	2,5 mm
Çörəyin qoxusu və dadı	Özünəməxsus ətir və dad	Kənar qoxusuz, spesifik dad	İştah açıcı ətir və tipik dad	Ətirli və dadlı
Çörəyin məsamilik qurluşu	Elastiki	Yumuşaq-elastiki	Hamavar yayılmış	Əvvəlki vəziyyətinə asanlıqla qayıdan
İçin rəngi	Zəif tünd	Tünd	Tünd qəhvəyi	Açıq-qəhvəyi
Çörəyin içliyinin vəziyyəti	Quru	Yaxşı bişimiş	Nəmli olmayıb, quru	Ələ yapışmayan quru
Nəmliyi	49%	47%	45%	48%
Çörəyin içinin məsaməliyi	56%	54%	58%	55%

Nəticə

Həyata keçirilən tədqiqatlar nəticəsində belə nəticəyə gəlmək olar kı, taxıl məhsulları işlənmədən alınmış undan hazırlanan, qlütensiz çörəklər daha sağlıqlı və yüksək keyfiyyət xüsusiyyətlərinə malikdir. Yüksək qida tərkibli taxıllardan alınan dənli bitkilərin qarışığıdan ibarətdir. Yeni növ hesab olunan yüksək keyfiyyət və ekspertiza xassəsinə malik çörəyin tərkibini buğda, qarğıdalı, çovdar, tritikale, soya, darı, arpa, qəhvəyi düyü, yulaf, kətan toxumları, balqabaq tumu, zeytun və başqa xammallara üstünlük verilir. Bu cür məmulat zülal, vitamin və minerallarla zəngindir.

Ədəbiyyat

1. "Yeyinti məhsullarının minimum keyfiyyətinin və təhlükəsizliyinin təmin edilməsi ilə bağlı qida təhlükəsizliyi sahəsində texniki normativ hüquqi aktların tələblərinə əməl olunmasına dövlət nəzarətinin həyata keçirilməsi Qaydaları"nın təsdiq edilməsi haqqında.
2. Gəncə-AzTU - 1998. Bayramov E.Ə., Məmmədova D.H. Buğda unundan xəmirin hazırlanma üsulları və maşın-aparat sxemləri. Gəncə: AzTU - 1998. 60 s.
3. Gəncə-AzTU - 2001. Bayramov E.Ə. Xəmirin maye balatı ilə hazırlanması. Gəncə: AzTU - 2001. 60 s.
4. Bakı - 2002. Əhmədov Ə.İ. «Çörək-kökə və unlu qənnadı məmulatının istehsalında bitki xammallarından zənginləşdirici kimi istifadə olunması». AzDİU-nin elmi-praktiki konfransının tezisləri . Bakı - 2002. 20-21s.
5. Bakı- 2007. Hüseynov A.Ə. "Bitki mənıəli ərzaq malları əmtəəşünaslığı prakikumu. Bakı-2007. 46-61s.
6. BAKI-2008. "ELM". Nəbiyev Ə.Ə., Moslemzadeh E.Ə. Qida məhsullarının biokimyası. BAKI-2008. "ELM". 292 s.
7. Bakı-2019. Əhmədov Əhməd-Cabir İsmayıl oğlu ,Osmanov Tofik Ramazan oğlu. İstehlak mallarının funksional və erqonomik xassələri. Bakı-2019. 203 s.
8. Bakı - 2010.Əhmədov Ə-C.İ., Qurbanova A.A., Azərbaycan çörəyi. Bakı - 2010.104 s.
9. Баку- 2015. Применение пищевых добавок, биологически активных веществ и ингредиентов в производстве продуктов питания. Курбанов Н.Г., Мусаев Н.Х., Пересичный . 203-401с.
10. Баку-2020. Экспертиза продовольственных товаров растительного происхождения. А.А. Гусейнов, Ф.А. Акперова. 44-186 с.
11. Bursa -2020. Fırıncılık Ürünleri Üretim Hattında Iso 22000 Gıda Güvenliği Yönetim Sisteminin Kurulması Ece Bayraktar 0000-0003-2990-4030 Prof. Dr. Ozan Gürbüz (Danışman)Yüksek Lisans Tezi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Bursa -2020.

Expertise of consumption properties and quality of bakery products with new types of functional properties

Akbarova Farida[1], Nazrin Shixaliyeva[2]

[1,2] Azerbaijan State University of Economics (UNEC), "Economics and Technological Sciences" department, Baku
[1] Senior lecturer, Ph.D., farida_akperova@mail.ru
[2] master student, nazrin.shixaliyeva@gmail.com

ABSTRACT

This study investigated the characteristics of 4 types of bakery products widely consumed in commercial facilities in 2024-2025. The experimental material was samples taken to study the commercial appearance, quality and consumption characteristics of bakery products on sale. The research work was repeated 3 times. The quality characteristics of the studied bread and pastry varieties were investigated in this study and the production stages were monitored. Within the framework of the study, the characteristics of production in bread and pastry varieties and their ability to meet consumer demand were investigated. As the material for this study, the unleavened bread varieties produced from unleavened rye flour, mixed grain flour, flaxseed, pumpkin seeds, and olives that stood out in terms of quality and nutritional value were "Olive Bread", "Pumpkin Seeds", "Flax Seeds", and "Garabaton". The results of this study show that production efficiency is not only favorable for high commercial indicators and quality of bakery products, but also has a different effect on the nutritional potential of different bread varieties. Among the 4 studied bread varieties, the nutritional indicators of both yeast-free, diet and fiber-rich varieties were compared. The production stages observed during the study demonstrated the consumer potential of bread varieties. In particular, the yeast-free, olive-flour and Garabaton bread varieties were selected for their high nutritional and marketable quality. Bread varieties made from processed wheat flour and using yeast showed low results in terms of digestion and excess calories, which can lead to obesity. The results of the study show that in the production of bakery products, the use of raw materials with high fiber and high nutritional value, mainly less than high-calorie wheat flour, as well as the correct implementation of measures for the efficiency of production processes, plays an important role in improving quality. In the future, expanding these studies and investigating the effects of other production factors will allow for the production of higher quality and higher nutritional value products. This study provides practical advice for entrepreneurs and manufacturing companies involved in the food industry, as well as offers approaches based on scientific knowledge in the field of bread variety selection and production.

Keywords: *Bread, nutrition, functional, yeast-free*.

Экспертиза потребительских свойств и качества хлебобулочных изделий с новым видом функциональных свойств

Фарида Акперова[1], Шихалиева Назрин[2]

[1,2] Азербайджанский Государственный Экономический Университет, Кафедра “Инженерия и прикладные науки”, Баку

[1] Стар.преп., к.т.н., farida_akperova@mail.ru

[2] Магистрант, nazrin.shixaliyeva@gmail.com

АННОТАЦИЯ

В данном исследовании были изучены характеристики 4 видов хлебобулочных изделий, широко потребляемых в коммерческих заведениях в 2024–2025 годах. Экспериментальный материал: Для изучения товарного вида, качества и потребительских свойств хлебобулочных и кондитерских изделий, поступающих в продажу, были отобраны образцы. Экспертиза каждого образца проводилась 3 раза. В ходе данного исследования были изучены качественные характеристики изучаемых сортов хлеба и мучных кондитерских изделий, а также проведен мониторинг этапов производства. В ходе исследования были изучены особенности производства и способность удовлетворить спрос потребителей на различные виды хлеба и кондитерских изделий. Материалом для исследования по показателям качества и пищевой ценности стали следующие сорта хлеба:

«Хлеб с маслинами», «Тыквенный хлеб», «Льняной хлеб» и пресный (на закваске) хлеб «Гарабатон», приготовленный из ржаной пресной муки, муки из смешанного зерна льна, семян тыквы и маслин. Результаты данного исследования показывают, что, хотя эффективность производства способствует высоким коммерческим показателям и качеству хлебобулочных изделий, она также по-разному влияет на питательный потенциал различных сортов хлеба. Среди 4 исследованных сортов хлеба сравнивалась пищевая ценность бездрожжевого, диетического и богатого клетчаткой сортов. Наблюдаемые в ходе исследования этапы производства продемонстрировали потребительский потенциал сортов хлеба. В частности, были отобраны бездрожжевой, с маслинами и гарабатонский сорта хлеба за их высокие показатели пищевой ценности и товарного качества. Разновидности хлеба, изготовленные из обработанной пшеничной муки с использованием дрожжей, показали низкие результаты с точки зрения усвоения и избыточного содержания калорий, что может привести к ожирению. Результаты исследований показывают, что важную роль в повышении качества играет использование в производстве хлебобулочных изделий сырья с высоким содержанием клетчатки и высокой пищевой ценностью, а не высококалорийной пшеничной муки, а также правильная реализация мероприятий по обеспечению эффективности производственных процессов. В будущем расширение этих исследований и изучение влияния других факторов производства позволит производить более качественные и питательные продукты. В исследовании даны практические рекомендации предпринимателям и производственным компаниям, работающим в пищевой промышленности, а также предлагаются научно обоснованные подходы к выбору и производству сортов хлеба.

Ключевые слова: *Хлеб, питание, функциональный, бездрожжевой (закваска)*.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1142

STUDY OF THE ADSORPTION PROCESS FOR THE TREATMENT OF WASTEWATER IN THERMAL ENERGY

K.S. Abdullayeva[1], M.B. Hesenova[2], C.I. Mirzai[3], A.A. Khalilova[4]

[1] Baku, ASOIU, Lecturer at the Department of Oil-Chemical Technology and Industrial Ecology, PhD in Chemistry, abdullayeva.kamala@asoiu.edu.az, https://orcid.org/0000-0001-5911-1926

[2] Baku, ASOIU, Laboratory Assistant at the Department of Chemistry and Inorganic Substances Technology, mushkunaz.hesenova@asoiu.edu.az, https://orcid.org/0000-0002-9566-1295

[3] Baku, BSU, Professor at the Department of Physical and Colloid Chemistry, mirzacabrayil@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-6492-9239

[4] Baku, ASOIU, Master's Student at the Department of Oil-Chemical Technology and Industrial Ecology, aygun.khalilova02@gmail.com

ABSTRACT

The rapid development of industrial processes and energy production has led to an increased volume of wastewater contaminated with petroleum products, particularly in thermal power plants (TPPs). This wastewater poses significant risks to both the environment and agricultural activities. Effective treatment of such wastewater is crucial, and sorption processes have been identified as one of the most promising methods for reducing petroleum product concentrations to acceptable levels. This study aims to investigate the sorption capacity of various agricultural waste-based materials in reducing the concentration of petroleum products in wastewater from 10 mg/L to below the permissible concentration of 0.1–0.05 mg/L.

In this study, rice husk (RH), wheat husk (WH), and coconut fibers (CF) were selected as natural sorbents, and activated maple charcoal (ACM) was used as a benchmark sorbent for comparison. The sorbents were tested under dynamic conditions using a model solution containing technical oil at approximately 10 mg/L, which represents the typical concentration of petroleum products found in wastewater from thermal power plants. Filtration experiments were conducted to evaluate the sorption performance of these materials. Additionally, regeneration of the sorbents was carried out using hot water to assess their reusability for repeated filtration cycles.

The results showed that coconut fibers exhibited the highest sorption efficiency, removing up to 88.05% of the petroleum products from the model solution. Rice husk and wheat husk also demonstrated notable sorption capacities, though their efficiency was lower compared to coconut fibers. The results confirmed that agricultural waste-based sorbents can be highly effective in the removal of petroleum products from contaminated water. The sorbents' performance was compared with activated maple charcoal, a widely used sorbent, and the natural sorbents showed competitive or even superior results under certain conditions.

This research provides evidence that agricultural waste, especially coconut fibers, can serve as a cost-effective and environmentally friendly solution for treating wastewater contaminated with petroleum products. The use of such materials not only addresses the pressing issue of petroleum contamination but also offers a sustainable approach to recycling agricultural waste. The findings suggest that coconut fibers, in particular, may be considered for large-scale implementation in thermal power plants and other industrial applications, contributing to both environmental protection and waste reduction.

Keywords: *Sorption, petroleum products, flotation, thermal power plants, wastewater.*

INTRODUCTION

The intensive development of industry and energy leads to an increase in the volume of

wastewater contaminated with petroleum products, which can harm both agriculture and the environment as a whole. The treatment of such water involves the use of sedimentation, flotation, and sorption methods.

Despite numerous studies, there is currently no information on the degree of purification required to reduce the oil-containing water discharged from thermal power plants into natural water bodies to the maximum permissible concentration of 10 mg/L using sorbents based on agricultural production waste [2]. In Azerbaijan, implementing this process not only helps protect the environment from petroleum product discharges but also enables the recycling of agricultural waste.

To address the problem of reducing the concentration of petroleum products in water from 10 mg/L to a minimum of 0.1–0.05 mg/L, it is necessary to study the properties of local and novel sorption materials, including the most cost-effective agricultural waste. For this reason, in the present study, rice husk (RH), wheat husk (WH), and coconut fibers (CF) were selected to compare their sorption capacities for research purposes. For standard comparison of test results, activated maple charcoal (ACM) was chosen.

Table 1. General Description of Sorbents

Sorbents			
ACM	CF	RH	WH
			

Experimental work.

The research of sorption materials was conducted in dynamic conditions using model solutions. Filtration processes were carried out to study the sorption properties of the investigated sorbents, and in some tests, regeneration and re-filtration processes were also performed [3].

In the first phase of the research, a model solution with a concentration of 10 mg/l petroleum products was prepared, which corresponds to the approximate concentration obtained before the sorption filters at the treatment plants of Azerbaijan's thermal power stations. The petroleum-contaminated water in thermal power plants is generated by mixing industrial oils with high-purity water at high temperatures (above 100°C). To conduct research on sorbents, it is necessary to prepare a solution-simulator of oil-containing water that closely resembles real wastewater contaminated with petroleum products [4]. Therefore, distilled water is mixed with technical oil to prepare model solutions, and then the oil-water emulsion is heated. Upon heating, dissolved petroleum products (transparent solution) and undissolved petroleum products (transparent white solution) were clearly separated. Thus, a band of undissolved petroleum products formed on the surface of the solution and was subsequently mechanically removed [5]. The concentration of petroleum products in the prepared model solutions was measured using a Fluorat-02-2M liquid analyzer through the fluorometric method. This method is based on extracting the petroleum products with hexane and measuring the fluorescence intensity of the extract, in accordance with the allowable concentration limit (ACL) 14.1:2.4.128-98. The

technique ensures that measurements are performed with the following error at a reliability level of 0.95 [1]:

Measurement range of 0.005-0.01 mg/l - 65%;

Measurement range of 0.01-0.5 mg/l - 40%;

Measurement range of 0.5-50.0 mg/l - 25%.

Then, the studied sorbent was placed in a filtration device with a diameter ranging from 2 cm to 40 cm, and in parallel experiments, the thickness of the loaded layer for different sorbents was kept at the same level. The process was carried out through the filtration device shown in Figure 1, with model petroleum product solutions being passed at a rate of 10 m/hour, which corresponds to the filtration speed in the treatment filters of thermal power plants.

The volume of water purified from petroleum products through the filtration device was collected in plastic containers with a capacity of 0.2 liters. The concentration of petroleum products in the purified water was measured using the Fluorat-02-2M device in accordance with [1]. Based on the results of the conducted tests, graphical dependencies (filter curves) were constructed, and the purification degree, pollutant retention capacity, distribution coefficient, and dynamic exchange capacity were calculated.

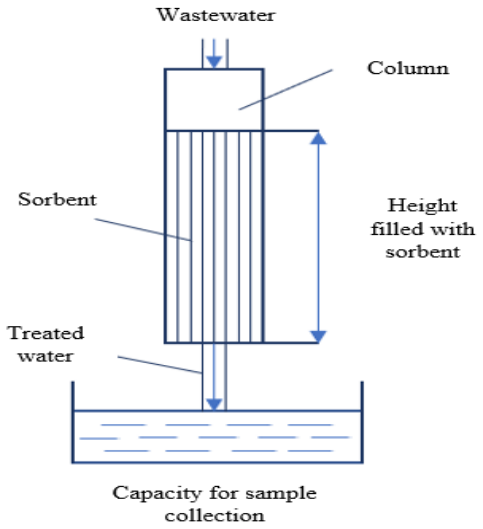


Fig. 1 Laboratory setup for water purification from petroleum products

Since it is not possible to clean the sorbents with steam under laboratory conditions, their regeneration after filtration was carried out with hot water at a temperature of 90-100°C. For this, the used adsorption material was placed in a glass, then filled with 0.2 dm^3 of hot water and stirred for 10-15 minutes. Afterward, the sorbent and water were separated. After the sorbent was cleaned, the amount of petroleum products in the separated water was measured, and then the amount of petroleum products retained was determined, and the graphical dependencies of the regeneration process were constructed.

Study of the Surface of Agricultural Waste Sorbents

Rice husk (RH), wheat husk (WH), and coconut fibers (CF) were selected to compare the sorption capacity of agricultural waste sorbents. For standard comparison of test results, activated charcoal made from maple wood (ACM) was selected.

Table 3. Main Characteristics of Agricultural Waste

Characteristics	Sorbents			
	ACM	CF	RH	WH
Density, kg/m³	276	236	345	179
Fraction, mm	0,92-3,53	0,93-7,2	0.42-1,53	0,61-2,52
Price, man	25	5	5	3

The agricultural wastes we selected, whether coconut fibers, rice husks, or wheat husks, have large sizes in terms of fraction, so it would be more effective to grind and crush them before placing them in the filter. Grinding the filter material is one of the simplest, cheapest, and most effective methods to increase the surface area and absorption capacity of the sorbent material.

After the sorbents were ground, their surface was magnified 2500 times using a KH-8700 microscope. As shown in the provided photos, the surface of wheat husk is almost smooth with a fine structure. Rice husk has a regular cellular structure. Its surface is almost smooth and has very small pores, ranging from 1 to 10 microns in size and up to 10 microns in depth. The surface of coconut fiber is rough, with a few pores ranging from 3 to 25 microns in size and up to 45 microns in depth.

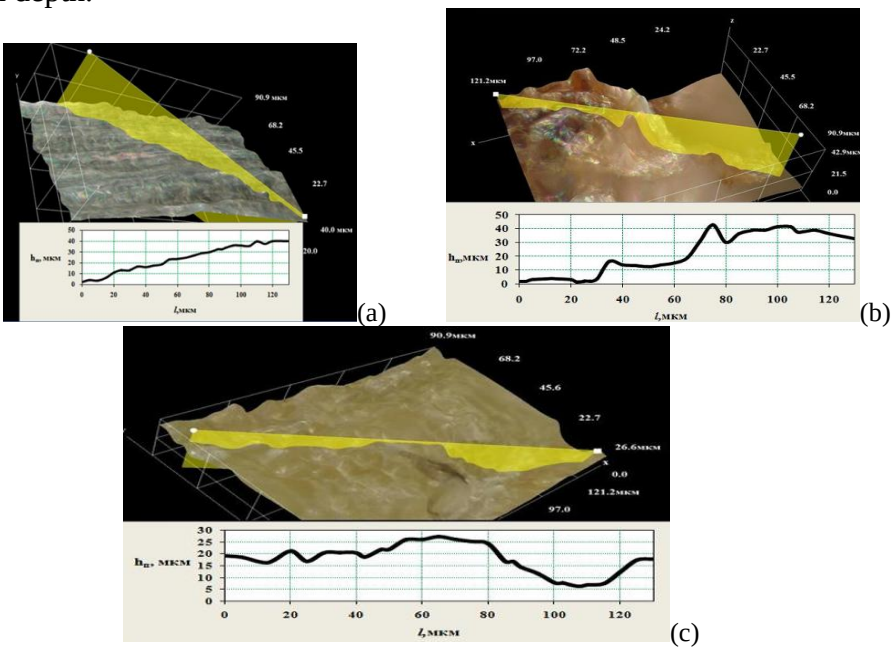


Fig. 1. Surface of wheat husk (a), coconut fiber (b), rice husk (c)
l - cut length, h_{pore} - pore cut depth

In the first stage of the research, an experiment was conducted on a model solution with a petroleum product concentration of 10 mg/l. This solution was filtered through a 40 cm height sorbent layer, and the concentration of petroleum products in the purified water was checked. The concentration of petroleum products in the filtrate was determined, and a dependence graph was created based on the volume of the model solution.

From the graphical dependence, it is clear that all the natural sorbents taken for the study have good sorption capacity. In the comparison, the results obtained from rice husk and coconut fiber show higher efficiency. Compared with the data from the literature for activated charcoal (ACM), the peaks for wheat husk are higher. This indicates that after 6.4 liters, traces of petroleum products start to appear in the filtrate, and the concentration increases, which is considered unfavorable.

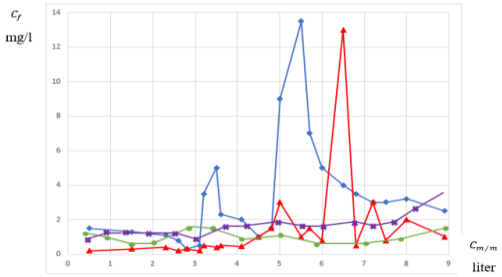


Fig. 2. Dependence of petroleum product concentration in the filtrate on the volume of the model solution, Cpetroleum product ≈ 10 mg/l with technical oil content, a - wheat husk, b - ACM, c - rice husk, d - coconut fibers

The calculation of the main sorption parameters (Table 3.) showed that, compared to other studied natural materials, the use of coconut fiber sorbent resulted in a better purification rate of the model solution with a petroleum product concentration of approximately 10 mg/l.

Table 3. Sorption parameters of natural sorbents and ACM sorbent during the purification of the model solution with a petroleum product concentration of Cpetroleum product ≈ 10 mg/l.

Sorbents	$H_{sorb.}$ Height of the sorbent in the filter, cm	$V_{m/m}$ model solution volume, l	Oil product concentration, mg/l		Esorb, mg/m³ Filtration layer's dirt-holding capacity	E, %	DEC, Dynamic exchange capacity of the filtration layer, mg/g"	K, Distri-bution coeffi-cient, dm³/g
			$C_{center.}$	$C_{filtrate.}$				
ACM	40	9	10,7	1,5	0,181	85,9	0,718	0,475
Coconut fibers (CF)			9,6	1,4	0,283	88,05	1,197	1.05
Rice husk (RH)			8,4	2,57	0,09	68,64	0,618	0,232
Wheat husk (WH)			8,8	1,260	0,148	85,51	0,426	0,338

Conclusion

Based on the research conducted under dynamic conditions on wastewater with a petroleum product concentration of Cpetroleum product ≈ 10 mg/l, it can be concluded that when using natural agricultural wastes in the sorption process, sorbents made from coconut fibers and rice husks have a higher sorption capacity.

References

1. PNDF 14.1:2:4.128-98. Methodology for measuring the mass concentration of petroleum products in samples of natural, drinking, and wastewater using the "Fluorat-02" liquid analyzer (M 01-05-2012). St.

Petersburg: LumeX, 2012.
2. Hüseynova İ.V., Abdullayeva K.S. "Study of the adsorption capacity of modified sorbent based on the waste of the Garadag brick factory for heavy metal ions" / 72nd Scientific and Technical Conference of Students dedicated to the 100th anniversary of National Leader Heydar Aliyev, Baku 2024, pp. 250-256.
3. K.S. Abdullayeva, M.B. Həsənova, C.İ. Mirzai "Study of the adsorption of Molybdenum (VI) and Vanadium (V) ions with p-aminophenol sorbent in various objects" // Pahtei Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, Baku 2024, pp. 378-382.
4. Həşimova, E.N., Əbilova, Ü.M., İsmayılova, E.İ., Çıraqov, F.M., Mirzai, C.İ. Spectrophotometric study of palladium (II) ion complexes using the reagent 2,3,4 trihydroxy 3-nitro 4-sulfoazobenzol // 6th International Good Agriculture and Veterinary Sciences Congress, Ganja: 2023, pp. 175-176.
5. X.N. Ilyasova "The study of ion-exchange equilibrium of heavy metal ions Co^{2+} and Cd^{2+} on natural and synthetic sorbents" Azerbaijan Chemical Journal, No. 4, 2022, pp. 122-127.

İstilik energetikasinda alinan çirkab sularin təmizlənməsi üçün sorbsiya prosesinin tədqiqi

[1]K.S. Abdullayeva, [2]M.B. Həsənova, [3]C.İ. Mirzai, [4]A.A. Xəlilova

XÜLASƏ

Suyun neft məhsullarından 10 mq/l-dən minimum konsentrasiyası 0,1 - 0,05 mq/l-ə qədər təmizlənməsi problemini həll etmək üçün yerli və yeni sorbsiya materiallarının, o cümlədən ən ucuz kənd təsərrüfatı tullantılarının xassələri üzrə tədqiqatlar aparılmışdır. Dinamik şəraitdə C_{neft} məhsul≈10 mq/l texniki yağ tərkibli model məhlul olan çirkab suda aparılan tədqiqatlara əsasən deyə bilərik ki, təbii kənd təsərrüfat tullantılardan sorbsiya prosesində istifadə etdikdə hindistan cevizinin lifləri və düyü qabığından hazırlanan sorbentlrin sorbsiya tutumu daha yüksəkdir. Hindistan cevizinin liflərinin effektivlik dərəcəsi 88,05% olmuşdur

Açar sözlər: *sorbsiya, neft məhsulları, flotasiya, istilik elektrik stansiyaları, çirkab suları*.

Изучение процесса адсорбции для очистки сточных вод в тепловой энергетике

К.С. Абдуллаева, М.Б. Гасанова, Дж.И. Мирзаи, А.А. Халилова

АННОТАЦИЯ

Были проведены исследования свойств местных и новых сорбционных материалов, включая самые дешевые сельскохозяйственные отходы, для решения проблемы очистки воды от нефтяных продуктов, снижая концентрацию с 10 мг/л до минимальных значений 0,1–0,05 мг/л. На основе исследований, проведенных в динамических условиях с модельным раствором, содержащим техническое масло на уровне примерно 10 мг/л, можно сказать, что при использовании природных сельскохозяйственных отходов в сорбционном процессе сорбционная способность сорбентов из кокосовых волокон и рисовой шелухи выше. Эффективность кокосовых волокон составила 88,05%.

Ключевые слова: *сорбция, нефтепродукты, флотация, тепловые электростанции, сточные воды*.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1148

KURKUMİNDEN ZENGİN ZERDEÇAL (CURCUMA LONGA) EKSTRESİNİN İSOTRETİNOİN İLE KAYNAKLI HASARA KARŞI KORUYUCU ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ.

[1]Nubar Nuriyeva, [2]Hüseyin Aliyev, [3]Yasin Bayır, [4,5]Fəxriyyə Abdullayeva

1Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye
2Azerbaycan Tıp Üniversitesi, Bakü, Azerbaycan
3Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye
4Azerbaycan Cumhuriyeti Bilim ve Eğitim Bakanlığı, Akademisyen Y.G. adına Petrokimya Prosesleri Enstitüsü Mamedalyev
5Azerbaycan Devlet Petrol ve Senaye Üniversitesi
1 https://orcid.org/0000-0002-1496-9272
2 https://orcid.org/0000-0002-9722-0960
3 https://orcid.org/0000-0003-3562-6727
4faxriye85@mail.ru, http://orcid.org/0009-0004-1899-9649

ÖZET

İnsan vücudu, özellikle de cildimiz sürekli olarak kirliliğe, hormonal değişimlere maruz kalmaktadır. Bu sebeplerden dolayı cildin bütünlüğü, yağ dengesi bozulur ve akne oluşumuna neden olur. Akne tedavisi aknenin tipine ve şiddetine göre yapılmaktadır. Hafif akne genellikle topikal retinoidlerle veya azelaik asit, salisilik asit ve benzoil peroksit gibi çeşitli tedavilerle tedavi edilir.

İzotretinoin akne tedavisinde son basamak olarak uzman doktor tarafından önerilmektedir. Bu ilaç karaciğer enzimleri olan ALT ve AST düzeylerini artırarak karaciğer fonksiyonlarını belirgin şekilde bozar. Bu çalışmamız izotretinoin ile indüklenen karaciğer hasarının sıçan karaciğer enzimleri, antioksidan dengesi üzerine etkisi kurkuminle zengin zerdeçal ekstresinin koruyucu rolünü ALT, AST enzimleri ile SOD enzim aktivitesi GSH ve MDA seviyesindeki değişiklikler aracılığıyla etki ettiği tespit edilmiştir. İzotretinoin ile ortaya çıkan karaciğer hasarında bilhassa 200 mg/kg dozunda istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olduğu açık bir şekilde görülmektedir. Elde edilen sonuçlar makalede detaylı olarak anlatılmıştır.

Anahtar kelimeler: İzotretinoin, karaciğer toksisitesi, kurkumin, zerdeçal

Giriş

Akne vulgaris ölü deri hücrelerinin ciltteki yağın kıl köklerine tıkanmasıyla bilhassa yüz, omuz, sırt ve göğüste oluşan genellikle uzun süren bir cilt hastalığıdır1. İnsan derisi, androjene duyarlı yapılardan -yağ bezleri, ter bezleri ve kıl köklerinden oluşmuşdur. Akne değişmiş keratinizasyon, androjene bağlı artmış sebum üretimi ve iltihaplanma ile ciddeki foliküllerinin Propionibacterium acnes (P. acnes) tarafından bakteriyel kolonizasyonundan kaynaklanan kronik bir enflamatuar cilt hastalığıdır. Aknenin ilk belirtileri ergenlik döneminde gonadların hiperaktif çalışması ile ortaya çıkar.2 Genellikle ergenlik döneminde yaygın olarak algılansa da, prevalansı yetişkinlerde de yüksektir. Akne gençlerin yaklaşık %90'ında gözükür ve bunların yarısında da yetişkinlik dönemi semptomları yaşamaya devam etmektedir. 3 Akne siyah nokta, beyaz nokta, komedon, iltihaplı kırmızı noktalar şeklinde görünür. Aknede gördüğümüz olan bu döküntüler, aşama aşama ortaya çıkar. İlk önce komedonların

oluşmasıyla ile başlar ve yara izi ile sonuçlana bilir.
Dermatolog tarafından tedavi edilmesi gereken ciddi bir sağlık sorunlarından biri de akne hastalığıdır. Eğer sorun birkaç sivilce, komedon, püstül ve tıkanmış gözeneklerle sınırlıysa, dermatokozmetik yardımıyla çözülebilir ve cilt kendi sağlığına kavuşabilir. Ancak, akne hastaralının kendi kendilerine yaptığı ilaç tedavisi yalnızca sorunu daha da kötüleştirebilir. Eğer durum ciddi ise, derin deri altı sivilceler, kistik iltihaplar, veya nodüler akne ortaya çıkarsa, bu durumda bir uzmana danışmak gerekir. Tedavisi zor olan akneleri tedavi etmek icin benzoil peroksit 4, çeşitli antibiyotikler5, hormonal ilaçlar6 ve izotretinoin7 içeren ilaçlar kullanılması şartdır. Genellikle hastalarda şiddetli akne gözükürse en etkili ilaç tedavisi ise izotretinoin olarak bilinmektedir. İzotretinoin, ağızdan alınarak kullanılan ilaç türevidir, O, ciltteki sebum bileşimini değiştirirerek , cildin rejenerasyon süreçlerini normalleştirir. Bu da akne için tam bir tedavi olarak bilinmektedir. İzotretinoin, yağ bezlerinin üretimini baskılayarak aknenin sayılarını azaltır. İlacın bu özelliğinden dolayı izotretinoin akne tedavisinde ve dermatolojide en etkili tedaviye sahiptir. Ancak İzotretinoin'in yan etkileri çok fazla olduğundan her hastaya reçete edilemez. İlacın kullanımı sadece bir uzman doktor tarafından hastanın durumuna bakarak, reçete edildiği zaman mümkündür. İzotretinoin göz kuruluğu ve tahriş (lens kullanmaya engel olabilir); gözde konjoktivit, göz kapağı iltihaplanması, dudaklarda, yüzde cilt kuruluğu, kızarma, iltihap, çatlak, döküntü, soyulma, hafif kaşıntı, kaslarda, sırtta ve eklemlerde ağrı, özellikle karaciğer enzimlerinde artışa, HDL ve trigliseridler seviyelerinde değişikliklere neden olur. Buna göre de akne hastalarının tedavi aldığı sürede karaciğer enzimlerinin ve serum lipidlerinin düzenli aralıklarla kontrol edilmesi şartdırr. İlacın hamilelik sırasında teratojenite ihtimali yüksek olduğu için kulanımı kesinlikle yasaktır.8 Günümüzde şiddetli akne tedavisinde son basamak olarak bilinen İzo-nun yan etkilerin azaltılması için bitkisel ya da diğer antioksidan kaynaklı, alternettif çözümler aranmaktadır. Bunlara silmarin 9, selenyum10, gibi molekül ve bitki kaynaklı maddelerin araştırmaları bulunmaktadır. Birçok hastalıkta koruyucu ve tedavi edici etkileri bilinen, içerdiği antioksidan bileşikler açısından çok zengin, zerdaçal (Tumeric), önemli bir fitoterapötik bitkidir.11 Zerdaçal içeriğinin ana etken maddesi kurkumindir. Kurkumin pekçok kurkuminoid, vitamin, mineral, yağ asidi ve amino asitleri barındırır. Kurkuminden zengin zerdaçal ekstresi ile yapılan araştırmalarda cilt sorunları, yara iyileşmesi, karaciğer hastalıkları ve sindirim bozuklukları tedavisindeki etkileri gösterilmiştir. Ayrıca kurkuminin literatürde antioksidan, anti-inflamatuar, antikanserojenik, antimutajenik etkileri de gösterilmiştir.12

Besin ve baharat olarak tüketilen zerdaçal, içeriğinde barındırdığı yüksek antioksidan potansiyel ve aynı zamanda cilt hastlaıklarında kullanılıyor olması izotretinoin hasarına bağlı yan etkileri tolere edebileceğini düşündürmüştür. Bu kapsamda yapılan çalışmamızın amacı sıçanlarda izotretinoin ile oluşturulan karaciğer hasarına karşı kurkuminden zengin zerdeçal ekstresinin koruyucu etkisinin rutin biyokimyasal parametreleri ve oksidatif stress parametreleri üzerinden araştırmak için yapılmıştır.

Materyal ve Metot:

Kurkumin kapsülünün ratlara uygulanması: Hergün 800 mg kurkuminle zengin zerdeçal ekstre kapsülünden 2 kapsül 17 ml ayçicek yağında çözülmüşdür. Ağırlığına göre 5.grup için 0,3 ml, 6.grup için 0,6 ml, 3.grup ve 7. grup için ise 1,2 ml oral olarak qavajla verildi.

İzotretinoin kapsülünün ratlara uygulanması: Hazırlanmış günlük dozu uygulayabilmek için hergün 2 kapsül 20 mg izotretinoin kapsülü 14 ml ayçicek yağında çözülmüştür. sıçanların ağırlığına göre 4-7.gruplar için 0,6 ml izotretinoin qavajla oral olarak verildi.

Kullanılan Hayvanlar

Bu çalışmada 42 adet 200-210 gr ağırlığında dişi Wistar albino sıçanları kullanıldı. Deney siçanları normal oda sıcaklığında, musluk suyu ve pelet yem ile beslenmıştir. Ratlara 30 gün boyunca ön tedavi

için sırasıyla 50, 100, 200 mg/kg ayçiçekyağında çözündürülmüş kurkuminden zengin zerdeçal ekstresi verildikden sonra, ayçiçekyağında çözündürülmüş 7,5 mg izotretinoin gavajlama yoluyla ile uygulandı. İzotretinoin ve Kurkuminin ayçiçekyağında çözündürülmesinin amacı etken maddelerin yağda çözünebilme özelliğine sahip olmasıdır.

Deney Grupları

Toplam 7 grup her grupta da n=6 adet olmak üzere 42 adet 200-210 mg ağırlığında Albino Wistar dişi ratlar rastgele seçildi.

I.grubumuz sağlıklı kontrol grupu olarak isimlendirildi . II.gruptaki sıçanlar her gün 1 ml ayçiçek yağı ile beslendi. Biz sıçanlara 50,100 ve 200 mg /kg dozları ayarlayabilmek için 800 mg kurkuminle zengin zerdeçal eksterisi tabletini deney öncesi herbir gün 2 kapsülü 17 ml ayçicek yağında çözmek suretiyle hazırladık. 3.grupa 1.2 ml ayçiçek yağında çözünülmüş kurkumin verildi. İçeriğinde 20 mg izotretinoin barındıran roaccutane tableti 2 adet olmak üzere deneyden önce 14 ml ayçiçek yağında çözündürüldü. 4.grupa 0,6 ml ayçiçek yağında çözünülmüş İZO, 5.grupa 0,3 ml ayçiçek yağında çözünülmüş kurkumin ve 0,6 ml ayçiçek yağında çözünülmüş İZO, 6.grupa 0,6 ml ml ayçiçek yağında çözünülmüş kurkumin ve 0,6 ml ayçiçek yağında çözünülmüş İZO, 7.grupa ise 1,2 ml ayçiçek yağında çözünülmüş kurkumin ve 0.6 ml ayçiçek yağında çözünülmüş İZO verildi.

Grup No	Grup isimleri
I. Grup	Sağlıklı kontrol
II. Grup	Ayçiçek yağı
III. Grup	Kurkumin 200 mg/kg
IV. Grup	İZO kontrol (7,5 mg/kg)
V. Grup	Kurkumin 50mg/kg 30 gün + İZO 7,5 mg/kg
VI. Grup	Kurkumin 100 mg/kg 30 gün + İZO 7,5 mg/kg
VII. Grup	Kurkumin 200 mg/kg 30 gün +İZO 7,5 mg/kg

İlaçlar 16 G kalınlığında olan eğri gavaj (Harvard Apparatus) ile sıçanlara verildi. Ratlara verdiğimiz ilaçlar kimyasal özelliklerine uygun çözücülerde hall edilerek hayvanlara uygulandı. 30 gün sora Ketamin ve Ksilazin (80:20), 25 dcm ile anestezi edilmiş bu hayvanlardan karaciğer dokusu ve intrakardiyak kan alındı. Siçanlardan alınan kanı 20 dakika bekledikten sonra 10 dakika 3000 rpm devirde santrifüjlenerek serumlar alındı. Daha sonra polietilen tüplere eklenen serum numuneleri -80˚C derin dondurucuda, biyokimyasal analizler için saklanıldı. Siçanların karaciğerleri serum fizyolojik ile yıkanarak karaciğer dokuları biyokimyasal incelemeler için -80o C'de saklandı. Yapılan araştırmamızda sıçanlarda izotretinoin ile oluşan karaciğer hasarında kurkuminin koruyucu etkileri biyokimyasal analiz sonuçları ile belirlendi. Daha sonra her bir gruptan elde edilen sonuçlar sağlıklı grup ile mukayese edildi.

Kanda ALT ve AST tayini

Deneyimizin 30. Günün sonunda hayvanlar Ksilazin ve Ketamin ile anestezi edildi. Siçanların kalbinin sol ventrikülüne enjektörle girilip antikoagülansız tüplere kanlar alındı. Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Merkezi Labarutavları Biyokimya kısmında Roche Cobas e-801 otoanalizöründe 3 tekrarlı olmak üzere ALT ve AST tayini ölçülmüştür.

Karaciğer Dokusunun Biyokimyasal İncelenmesi

Siçanlardan aldığımız karaciğer dokusu biyokimyasal işlemler için -80°C'de buzdolabında muhafaza edildi. Alınan karaciğer dokularının oksidan-antioksidan seviyelerini ve enzim aktivitelerini ölçmek

için her sıçandan alınan karaciğer örnekleri, önce TissueLyser öğütme seti (Qiagen, Hilden, Almanya) cihazından kullanılarak sıvı azot ile öğütüldü. Sonra Tissue Lyser II kullanılarak yaklaşık 100 mg öğütülmüş karaciğer dokusu, bir eppendorf tüpünde 1 ml PBS homojenat tamponu içinde homojenleştirilerek (30 hz 2 dk) santrifüj edildi. Santrifüj ve homojenize edilmiş numunelerin üst fazında süperoksit dismutaz aktivitesi (SOD), glutatyon (GSH), protein seviyeleri, malondialdehit (MDA) seviyeleri oda sıcaklığında, ELISA cihazında literatürlere uygun olarak 96'lık well plate'e modifiye edilip, üçer kez ölçüldü. Sonra standartların ve numunelerin ortalama absorbansı belirlendi. Standartları absorbansından elde edilerek standart eğrisi çizildi. Dokulardaki GSH, SOD ve MDA seviyelerinin analiz sonuçları, sırasıyla nmol/mg protein, U/mg protein ve nmol/ mg protein olarak gösterildi. Standart eğriye göre elde edilmiş sonuçlar mg protein başına ortalama ± standart sapma (SD) olarak verildi.

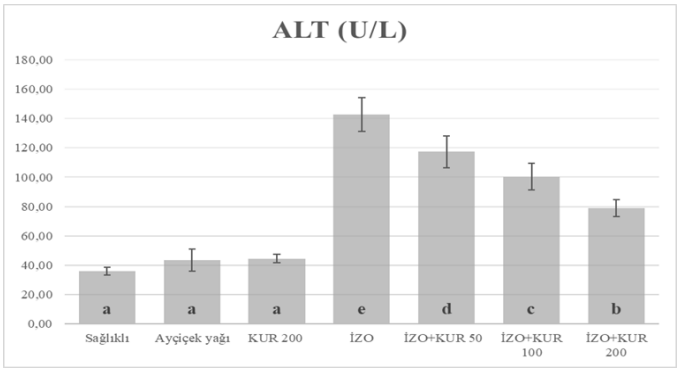
Bulgular

- Sıçan kanındaki Alanin aminotransferaz (ALT) enziminin sonuçları:

Tablo-1 ve Şekil-1-den de görülebileceği üzere İZO ile 30 günlük 7.5 mg/kg oral kronik uygulama sonrası sağlıklı kontrol grubuna göre ALT aktivitesinde istatistiksel olarak artış belirlenmiştir.($p<0.05$) İZO uygulamasıyla beraber yükselmiş ALT seviyesindeki artış tedavi uygulanmış kurkumin 50, 100 ve 200 mg/kg dozlarda özellikle 200 mg/kg olan dozda en yüksek koruyucu etki göstermişdir. ($p<0.05$). Sadece 200 mg/kg dozda uygulanan KUR ve hem KUR'un hemde İZO'nun çözücüsü olan tek başına ayçicek yağı grubunun ALT aktivitesini etkilememesi berlirlenmiştir. ($p>0.05$)

Tablo 1

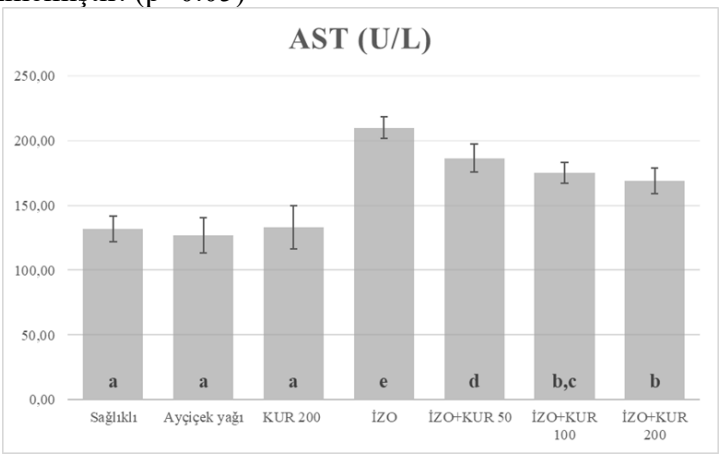
	ALT (U/L)		AST (U/L)	
Sağlıklı	35,93 ± 2,67	**a**	131,92 ± 10,02	**a**
Ayçiçek yağı	43,43 ± 7,59	**a**	126,79 ± 13,67	**a**
KUR 200	44,45 ± 2,80	**a**	132,92 ± 16,53	**a**
İZO	142,68 ± 11,45	**e**	209,88 ± 8,20	**e**
İZO+KUR 50	117,33 ± 10,93	**d**	186,40 ± 10,97	**d**
İZO+KUR 100	100,33 ± 8,98	**c**	175,10 ± 8,01	**b,c**
İZO+KUR 200	79,00 ± 5,66	**b**	168,67 ± 9,85	**b**



Şekil 1.Sıçan kanındaki Aspartat Aminotransferaz (AST) enziminin sonuçları

Şekil 2- den de görüldüğü gibi İZO ile 30 günlük 7.5 mg/kg oral kronik uygulama sonrası sağlıklı kontrol grubuna AST aktivitesinde istatistiksel olarak artışı belirlenmiştir.($p<0.05$). İZO uygulamasıyla yükselen AST seviyesindeki artış tedavi uygulanmış kurkumin 50, 100 ve 200 mg/kg dozlarda istatitistiksel olarak anlamlı bir şekilde doz artışına paralel olarak her üç doz özellikle 200

mg/kg olan dozda en yüksek koruyucu etki göstermiştir. ($p<0.05$). Ayrıca ayçicek yağı grubununda ise AST aktivitesini etkilenmemiştir. ($p>0.05$)

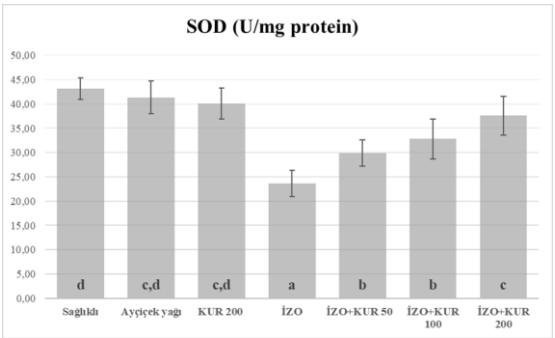


Şekil 2. Sıçan serumundaki Süperoksit Dismutaz Aktivitesi (SOD) sonuçları

Tablo 2 ve Şekil 3-den de görülebileceği üzere İZO ile 30 günlük 7,5 mg/kg oral kronik uygulama sonrası sağlıklı kontrol grubuna göre SOD aktivitesinde istatistiksel olarak azalma görülmüşdür. ($p<0.05$) Ancak ayçiçek grupu ile sağlıklı kontrol grupunu karşılaştırıldığımızda istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik olmadığı görüldü ($p>0.05$). İZO grubunda azalmış olan SOD aktivitesi kurkuminin 50, 100 ve 200 mg/kg dozlarında özellikle 200 mg/kg olan dozda en yüksek koruyucu etki göstererek SOD aktivitesinde artış belirlenmiştir. ($p<0.05$)

Tablo 2

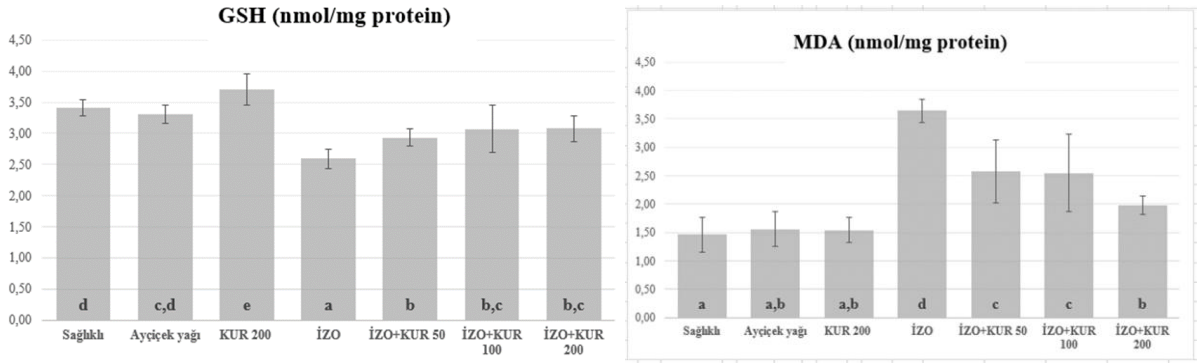
	SOD (U/mgprotein)	GSH (nmol/mgprotein)	MDA (nmol/mgprotein
Sağlıklı	43,17 ± 2,20 **d**	3,42 ± 0,13 **d**	1,46 ± 0,30 **a**
Ayçiçek yağı	41,33 ± 3,38 **c,d**	3,31 ± 0,15 **c,d**	1,56 ± 0,31 **a,b**
KUR 200	40,08 ± 3,24 **c,d**	3,71 ± 0,25 **e**	1,54 ± 0,23 **a,b**
İZO	23,61 ± 2,71 **a**	2,59 ± 0,16 **a**	3,65 ± 0,20 **d**
İZO+KUR 50	29,88 ± 2,67 **b**	2,93 ± 0,13 **b**	2,58 ± 0,55 **c**
İZO+KUR 100	32,78 ± 4,07 **b**	3,07 ± 0,38 **b,c**	2,55 ± 0,68 **c**
İZO+KUR 200	37,59 ± 4,02 **c**	3,08 ± 0,20 **b,c**	1,98 ± 0,16 **b**



Şekil 3.Sıçan serumundaki Glutatyon (GSH) sonuçları

Tablo 3 ve Şekil 4- den de görülebileceği üzere İZO ile 30 günlük 7.5 mg/kg oral kronik uygulama sonrası GSH aktivitesinde sağlıklı kontrol grubuna göre istatistiksel olarak azalma

belirlenmiştir.($p<0.05$) Ancak ayçiçek grupunu sağlıklı kontrol grupu ile karşılaştırıldığımızda istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik olmadığı belirlendi. ($p>0.05$) İZO grubunda azalmış olan GSH aktivitesi kurkumin 50, 100 ve 200 mg/kg dozlarda özellikle 100 ve 200 mg/kg olan dozda en yüksek koruyucu etki göstererek GSH aktivitesinde artış görülmüştür. ($p<0.05$)



Şekil 4 a, b. İZO verilen grubun MDA seviyesinin istatistiksel olarak sağlıklı kontrol grubu Sıçan serumundaki Malondialdehit Aktivitesi (MDA) Sonuçları

Tablo 4a ve 4b den de görülebileceği üzere İZO verilen grubun MDA seviyesinin istatistiksel olarak sağlıklı kontrol grubuna göre anlamlı bir şekilde artdığı görüldü. ($p<0.05$) Ayçiçek yağı grupumuz ile sağlıklı kontrol grupumuzu karşılaştırıldığımızda istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik olmadığı görüldü. ($p>0.05$) İZO grubunda artmış olan MDA aktivitesi kurkumin 50, 100 ve 200 mg/kg dozlarda istatitistiksel olarak özellikle 200 mg/kg olan dozda en yüksek koruyucu etki göstererek MDA aktivitesinde azalma görülmüştür. ($p<0.05$)

Tartışma

Günümüzde yağ bezlerini etkileyen yaygın kronik cilt hastalıklarından biri de akne, (akne vulgaris)-dir. Son yıllarda özellikle kadınlarda olmak üzere ve ergenlik döneminde de daha sık görmekle beraber, diğer yaş gruplarında da görülme sıklığında artış tespitlenmiştir.13 Akne gelişimi ergenlik döneminde yanlış beslenme zamanı, gastrointestinal sistem hastalıkları, yanı sıra hormonal dengesizlik (ana neden), bakteriler, stres, yanlış seçilmiş bakım ürünleri akne oluşumlarına neden olur. Akneni daha kısa sürede tedavi etmek için doğru yolu seçmek ve oluşum nedenini doğru bir şekilde belirlemek gerekir. Bazen yüzdeki sivilce, bilinmeyen bir hastalığa eşlik eden bir semptomu olarak ortaya çıkabilir. Günümüzde aknenin tedavisi için benzoil peroksit, azelaik asit, klindamisin, salisilik asit ve başkaları kullanılmaktadır. Yapılan son araştırmalara dikkat etsek görürüz ki, akne hastalarına en etkili ilaçlar sistemik retinoitlerdir ve uzmanlar tarafından tedavide son basamak olarak yaygın olarak bilinmektedir. İzotretinoin, sentetik bir retinoid türevidir. O, hücre çoğalmasını engeller, sebum salgısını azaltır, bakteri çoğalmasını inhibe eder, lezyonların, mevcut komedonların oluşumunu azaltır ve epitelin pul pul dökülmesini normalleştirir, farklı hücre tiplerinde farklılaşma ve apoptozu indükler.14 15 İzotretinoin biyokimyasal mekanizması incelendiğimiz zaman görürüz ki, forkhead box sınıfı O (FoxO)1'i upregüle ederek doğal bağışıklık sistemini stimüle ettiği ve bununlada T hücre cevabını azaltarır ve anti-inflamatuar etki gösterir.16 T lenfositlerden salınan IL-4, IFN-γ, TNF-α ve IL-17 düzeylerini azaltarak immünoregülatuvar etkilere de sebep olması bilinmektedir. 17 İzotretinoin kanda başlıca olarak albumin ile %99 proteinlere bağlanarak taşınır. İlacın bir akne hastası için günlük dozu, akne şiddeti, hastanın vücut ağırlığı, diğer kronik hastalıkların varlığı ve devam eden tedavisinin yanı sıra yan etkilerin gelişimine bağlı olarak belirlenmektedir. Bu yüzden günümüzde kümülatif ve günlük izotretinon dozu hala tartışma

konusudur. İzotretinoinin doktorlar tarafından önerilen başlangıç dozu 1 aya kadar 0,5 mg/kg'dır ve bu ilacın iyi toleransı ile 1.0 mg / kg'a çıkarılır. İlacın kümülatif dozu ise en az 110-120 mg/kg'dır ve bu oranlarda hastalara yaklaşık 5 aylık tedavi süresiyle elde edilir. B. Amichai ve ark.-ları ilacın yan etki riskini azaltmak için günlük 0,1-0,3 mg/kg'lık düşük dozlarda reçete etmeyi önermiştir. 18 İZO-nun kullanımı zamanı karaciğerde metabolize edilerek, enterohepatik dolaşıma katılır, idrar ve feçesle atılır. İzotretinoinin yukarıdaki semptomların yanı sıra hastaların böbreklerine9, karaciğerine 19, yumurtalıklarına 20 ve başka organlarına toksik etkisi vardır. Ancak günümüzde İZO'nun karaciğer toksisitesi sebebi tam olarak bilinmemektedir. Son kanıtlar, E vitamini tükenmesinin, oksidatif stres oluşumunun ve İZO'nun neden olduğu karaciğer toksisitesini başlatan olaylardan bazıları olduğunu göstermektedir.21 Akne tedavisi alan kişiler İZO-nun yan etkisinden dolayı belirli aralıklarla karaciğer enzimlerini özeliklle ALT ve AST sevyelerini takib etmelidirler. Bu takibin yanı sıra İZO-nun karaciğere yan etkilerini tolere edebilmek adına karaciğere faydalı molekül ve bitkisel ilaç çalışmaları, hem de cilt üzerine koruyucu etkileri faydalanabilmek adına devam etmektedir. Bazə çalışmalarda örneğin, Munisa Daye ve arkadaşlarının çalışmasında sıçanlarda 3 aylik İZO 7.5 mg doz kullanımı ALT, AST ve antioksidantlar arasında önemli farklılıklar belirlemişlerdir, ancak herhangi bir koruyucu bir ilaç veya bitkini kullanmamışlar. Yapmış olduğumuz çalışmaya göre İZO kullanım zamanı yan etkileri azaltabilmek için antioksidantların da siçanlara verilmesi tavsiye edilmiştir. 22 Başka bir deneyde ise kimyon yağının İZO toksisite etkisine karşı etkili olduğu ve etkiyi tersine çevirdiği sonucuna varmıştır. Kimyon yağının anti-inflamatuar ve antioksidan özelliklerinden dolayı koruyucu etki gösterdiği görülmüşdür. 23 Bizim bu çalışmayı seçmememizdeki en önemli nedeni kurkuminden zengin zerdaçalı zerdaçal içeriğindeki vitamin, antioksidan ve anti-inflamatuar bileşiklerin çok olmasıdır. Zerdaçalın içinde aktiv madde olan kurkuminin serbest radikalleri elimine etme kapasitesi bizi bu çalışmayı yapmaya teşvik etmiştir. Kurkuminin fenolik gruplarının elektron verici özelliklerinden dolayı sadece süperoksit ve hidroksil serbest radikallerini stabilize etmekle kalmaz, aynı zamanda antioksidan enzimlerinin ekspresyonunu da indükler.24 Yüksek yağlı diyet zamanı mitokondriyal disfonksiyon ve oksidatif stresin neden olduğu karaciğer hasarını en aza indirmeye katkıda bulunduğu, hepatositlerde lipid depolamasını azalttığını da göstermiştir.25 Rao ve arkadaşlarının yapmış olduğu Kurkuminin hipolipemik aktivitesine ilişkin ilk veriler kolesterol ve kurkumin ile beslenen sıçanların karaciğerinde, sadece kolesterol ile beslenen sıçanlara göre daha düşük bir kolesterol içeriği sergilediğini göstermiştir.26

Vieira ve ark. İZO kullanan hastaların çoğunun aminotransferaz düzeyindeki artış olduğunu vurgulamışlardır. 27 Esas olarak ALT yükselmesinin normal üst sınırın iki katından fazla olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda hayvanlar sağlıklı kontrol grubuna göre İZO ile 30 günlük 7.5 mg/kg oral kronik uygulama sonrası ALT ve AST aktivitesinde istatistiksel olarak artış belirlenmiştir. Literatürde yapılan diğer çalışmalardada siçanlarda İZO ile oluşturulan karaciğer hasarında ALT, AST seviyesinde artış bizim çalışmamız ile paralel bir şekildedir.27 İZO uygulamasıyla beraber yükselmiş ALT ve AST seviyesindeki yükselme KZZ 50, 100 ve 200 mg/kg dozlarda doz artışına paralel olarak her üç dozda özellikle 200 mg/kg istatitistiksel olarak anlamlı bir şekilde koruyucu etki gösterdiği belirlenmiştir. KZZ'nin içeriğinde barındırdığı antioksidan, vitamin ve diğer karaciğere yakın antioksidan molekülleri karaciğere koruyucu etki gösterdiğini düşünüyoruz.

Yapılan çalışmalarda SOD enziminin önemli derecede azalması İZO-nun 3 aylık kullanımı zamanı mümkün olduğu görülmüşdür.28 Buna benzer şekilde Said ve arkadaşları 28 gün boyunca Albino-Wistar sıçanları üzerine yapmış olduğu çalışmada İZO ile beraber selenyumu uygulamışlardır. Daha sonra Selenyum tedavisi alan İZO grupunda SOD enzimi aktivitesinin artışları belirlenmişdir.10 Bizim yaptığımız çalışmada ise İZO ile 30 günlük 7,5 mg/kg oral kronik

uygulamadan sonra SOD aktivitesinde istatistiksel olarak azalma belirlenmiştir. Ayçiçek grupu ile sağlıklı kontrol grupunu karşılaştırıldığımızda ise istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik olmadığı görülmüştür. Önce çalışmalara paralel bir şekilde İZO grubunda azalmış olan SOD aktivitesi kurkuminin 50, 100 ve 200 mg/kg dozlarda özellikle 200 mg/kg olan dozunda en yüksek koruyucu etki göstererek SOD aktivitesinde artış görülmüşür.

İzotretinoin tedavisinden sonra artması görülen oksidatif strese ve GSH seviyesinin azalması daha önceki bazı çalışmalarda görülmüşdür. Örneğin 14 gün boyunca Vieira ve ark. antioksidant etki gösteren İZO ve resveratrol ile çalışmışlardır. Yapılan çalışmada da İZO verilen qrupta antioksidant aktivitelerinde GSH düzeyinde azalmaya neden olmuş, resveratrol verilen grup ise aksine artışa neden olmuştur.27 Yapmış olduğumuz araştırmada sağlıklı kontrol grubuna göre İZO ile 30 günlük 7,5 mg/kg oral kronik uygulamadan sonra GSH aktivitesinde önceki literatüre uygun olarak istatistiksel olarak azalma belirlenmiştir. İZO grubunda azalmış olan GSH aktivitesi kurkuminin 50, 100 ve 200 mg/kg dozlarında özellikle 100 ve 200 mg/kg olan dozda en yüksek koruyucu etki göstererek GSH aktivitesinde artış belirlenmiştir. Bu koruyucu etkinin sebebi KZZ'nin içeriğinde barındırdığı antioksidan moleküllerinin İZO ile azalmış GSH seviyesini ve GSH rejenerasyonu artırmak suretiyle etki gösterdiğini düşünüyoruz.

MDA seviyesinde artışa neden olan ve İZO kullanımı ile oluşan oksidatif stres yabancı literatürlerde de sıklıkla bahsedilmektedir. İZO ile oluşan hasarda MDA seviyesinin artması Kumaş ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada kendisini göstermiş ve silmarin adlı antioksidan molekülünü kullanarak koruyucu etki göstererek MDA seviyesinin azalması belirlenmiştir. Bizim yaptığımız araştırma da diğer çalışmalara pararlel şekilde sağlıklı kontrol grubuna göre İZO verilen grubun MDA seviyesinin arttığı belirlendi. Ancak, ayçiçek yağı grupumuz ile sağlıklı kontrol grupumuzu karşılaştırıldığımızda istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik olmadığı görüldü. İZO grubunda artmış olan MDA aktivitesi ise Kurkumin 50, 100 ve 200 mg/kg dozlarda,özellikle 200 mg/kg olan dozda en yüksek koruyucu etki göstererek MDA aktivitesinde azalma belirlenmiştir. KZZ'nin içeriğinde barındırdığı antioksidan molekülleri MDA seviyesindeki bu azalmaya sebeb olmuşdur.

Son olarak yapılan araştırmamızda kurkuminle zengin zerdeçal eksterisi SOD aktivitesini ve GSH seviyelerini artırarak, MDA seviyelerini azaltarak İZO ile oluşan karaciğer hasarına karşı önlediğini düşünüyoruz. Bu çalışmamız ise oksidatif parametreler ve karaciğer enzimleri kurkuminin İZO kaynaklı karaciğer hasarı üzerindeki koruyucu etkilerine işaret etmiştir.

Sonuç

Yaptığımız araştırma zamanı İzotretinoin ile indüklenen karaciğer hasarının sıçan karaciğer enzimleri, antioksidan dengesi üzerine etkisi kurkuminle zengin zerdeçal ekstresinin koruyucu rolünü ALT, AST enzimleri ile SOD enzim aktivitesi GSH ve MDA seviyesindeki değişiklikler aracılığıyla etki ettiği farkına varılmıştır. Çalışmamızda İZO ile ortaya çıkan karaciğer hasarında kurkuminin 200 mg/kg dozunda istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olduğu açık bir şekilde bilinmektedir. İZO"nun karaciğer toksisitesine karşı kurkumin tedavisi, antioksidan aktivite artışıyla ve serbest radikallerin temizlenmesile karaciğerde hücre hasarını engeleyerek katkı sağladığı gösterilmiştir. Kurkumin, fenolik gruplarının elektron verici özelliklerinden dolayı sadece hidroksil ve süperoksit serbest radikallerini stabilize etmekle kalmaz, aynı zamanda antioksidan enzimlerinin ekspresyonunu da indüklendiği bilinmetedir. Akne hastalarının izotretinoin kullanımı zamanı karaciğere verdiği yan etki nedeniyle kurkuminle zengin zerdeçal eksterisinin tedavi ilaç gibi kullanılması tavsiyye edilebilir. Bizim tez çalışmasına paralel olarak yeni molekül veya bitkisel katkı maddeleriyle çalışmaların yapılması, aynı zamanda yeni tespit edilecek ilaçların etki mekanizmasının da

belirlenmesi son derece önemlidir. Yaptığımız deneysel hayvan modelinde doğrudan klinik uygulama yapmış olmasakta, çalışmamızın sonuçlarının gelecek için bu konuya ışık tutmasını ümitle bekliyoruz. Literatür taramasında kurkuminin farklı modellerde, farklı çalışmlarda görsek de bu çalışmamızla ilk defa kurkuminin İZO ile indüklenen karaciğer hasarı modelinde koruyucu etkisini literatüre biyokimyasal mekanizma açısından kazandırmış oldu. Bu ve bunun gibi bitki çalışmalarının bilhassa potansiyeli çok yüksek olan KZZ eksenli bitkisel tedavi yöntemlerinin geliştirilmesinde ve ilaç dünyasında insanlığın faydasına sunulabilir.

Kaynaklar

1. Aslam I, Fleischer A, Feldman S. Emerging drugs for the treatment of acne. Expert opinion on emerging drugs, 2015, 20: 91-101.
2. Полеско И, Осипов Г, Кабаева Т. Микроэкология организма человека при себорее и акне. Детские инфекции, 2006, 5: 26-33.
3. Mitchell BL, Saklatvala JR, Dand N, Hagenbeek FA, Li X, Min JL, Thomas L, Bartels M, Jan Hottenga J, Lupton MK. Genome-wide association meta-analysis identifies 29 new acne susceptibility loci. Nature communications, 2022, 13: 1-9.
4. Cunliffe W, Holland K. The effect of benzoyl peroxide on acne. Acta Dermato-venereologica, 1981, 61: 267-269.
5. Meynadier J, Alirezai M. Systemic antibiotics for acne. Dermatology, 1998, 196: 135-139.
6. Thiboutot D, Chen W. Update and future of hormonal therapy in acne. Dermatology, 2003, 206: 57-67.
7. Layton A. The use of isotretinoin in acne. Dermato-endocrinology, 2009, 1: 162-169.
8. Benke PJ. The isotretinoin teratogen syndrome. Jama, 1984, 251: 3267-3269.
9. Kumaş M, Eşrefoğlu M, Güler EM. Protective effects of silymarin against isotretinoin induced liver and kidney injury in mice. 2018.
10. Saied NM, Hamza AA. Selenium ameliorates isotretinoin-induced liver injury and dyslipidemia via antioxidant effect in rats. Toxicology Mechanisms and Methods, 2014, 24: 433-437.
11. Singh G, Kapoor I, Singh P, de Heluani CS, de Lampasona MP, Catalan CA. Comparative study of chemical composition and antioxidant activity of fresh and dry rhizomes of turmeric (Curcuma longa Linn.). Food and chemical toxicology, 2010, 48: 1026-1031.
12. Černý D, Lekić N, Váňová K, Muchová L, Hořínek A, Kmoníčková E, Zídek Z, Kameníková L, Farghali H. Hepatoprotective effect of curcumin in lipopolysaccharide/-galactosamine model of liver injury in rats: relationship to HO-1/CO antioxidant system. Fitoterapia, 2011, 82: 786-791.
13. Movita T. Acne vulgaris. Continuing Medical Education, 2013, 40: 269-272.
14. Chen W, Obermayer-Pietsch B, Hong JB, Melnik B, Yamasaki O, Dessinioti C, Ju Q, Liakou A, Al-Khuzaei S, Katsambas A. Acne-associated syndromes: models for better understanding of acne pathogenesis. Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology, 2011, 25: 637-646.
15. Melnik B. The role of transcription factor FoxO1 in the pathogenesis of acne vulgaris and the mode of isotretinoin action. Giornale italiano di dermatologia e venereologia: organo ufficiale, Societa italiana di dermatologia e sifilografia, 2010, 145: 559-571.
16. Mollan SP, Woodcock M, Siddiqi R, Huntbach J, Good P, Scott RA. Does use of isotretinoin rule out a career in flying? British journal of ophthalmology, 2006, 90: 957-959.
17. Karadag A, Ertugrul D, Bilgili S, Takci Z, Akin K, Calka O. Immunoregulatory effects of isotretinoin in patients with acne. British Journal of Dermatology, 2012, 167: 433-435.

18. Amichai B, Shemer A, Grunwald MH. Low-dose isotretinoin in the treatment of acne vulgaris. Journal of the American Academy of Dermatology, 2006, 54: 644-646.
19. DeKlotz CMC, Roby KD, Friedlander SF. Dietary supplements, isotretinoin, and liver toxicity in adolescents: a retrospective case series. Pediatrics, 2017, 140.
20. Abali R, Yuksel MA, Aktas C, Celik C, Guzel S, Erfan G, Sahin O. Decreased ovarian reserve in female Sprague–Dawley rats induced by isotretinoin (retinoic acid) exposure. Reproductive biomedicine online, 2013, 27: 184-191.
21. Erturan İ, Nazıroğlu M, Akkaya VB. Isotretinoin treatment induces oxidative toxicity in blood of patients with acne vulgaris: a clinical pilot study. Cell biochemistry and function, 2012, 30: 552-557.
22. Daye M, Belviranli M, Okudan N, Mevlitoglu I, Oz M. The effect of isotretinoin therapy on oxidative damage in rats. Dermatologic Therapy, 2020, 33: e14111.
23. Tawfiq P, Sharef TY, Ali KA, Salih LS. Effect of Isotretinion on Rat's Liver and Aptness of Cumin Oil in Protection. Diyala Journal of Medicine, 2020, 18: 32-43.
24. Oetari S, Sudibyo M, Commandeur JN, Samhoedi R, Vermeulen NP. Effects of curcumin on cytochrome P450 and glutathione S-transferase activities in rat liver. Biochemical pharmacology, 1996, 51: 39-45.
25. S Darvesh A, B Aggarwal B, Bishayee A. Curcumin and liver cancer: a review. Current pharmaceutical biotechnology, 2012, 13: 218-228.
26. Rao DS, Sekhara NC, Satyanarayana M, Srinivasan M. Effect of curcumin on serum and liver cholesterol levels in the rat. The Journal of nutrition, 1970, 100: 1307-1315.
27. Vieira AS, Beijamini V, Melchiors AC. The effect of isotretinoin on triglycerides and liver aminotransferases. Anais brasileiros de dermatologia, 2012, 87: 382-387.
28. Finaud J, Lac G, Filaire E. Oxidative stress: relationship with exercise and training. Sports medicine, 2006, 36: 327-358.

Kurkiminlə zəngin zərdəçal (Curcuma longa) ekstraktının izotretinoin səbəb olduğu zərərə qarşı qoruyucu təsirinin qiymətləndirilməsi

[1]Nubar Nuriyeva, [2]Huseyn Əliyev, [3]Yasin Bayır, [45]Fəxriyyə Abdullayeva

1Atatürk universiteti, Ərzurum, Türkiyə
2Azərbaycan Tibb universiteti, Bakı Azərbaycan
3Atatürk universiteti, Ərzurum, Türkiyə
4Azərbaycan Respublikasının Elm və Təhsil Nazirliyi, Akademik Y.H.Məmmədalıyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu,
5Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
1 https://orcid.org/0000-0002-1496-9272
2 https://orcid.org/0000-0002-9722-0960
3 https://orcid.org/0000-0003-3562-6727

XÜLASƏ

Məlum olduğu kimi, insan orqanizmi, xüsusi ilə də dəri mütəmadi olaraq çirklənməyə, daxildə gedən hormonal dəyişikliyə və bir sıra proseslərə məruz qalır. Bu zaman dərinin tamlığı, yağ balansı pozularaq aknenin yaranmasına səbəb olur. Belə olan halda, dəriyə bir sıra qulluq vasitələri, məhlullar, gellər və dermotoloji prosedurlar tətbiq edilsə belə, bəzi hallarda tətbiq edilən heç bir

qulluq vasitəsi və dermatoloji prosedurlar akneni müalicə etmir. Buna nümunə olaraq həkim dermatoloqlar tərəfindən aknenin dəridə yayılma dərəcəsinə, sıxlığına, xəstənin yaşına baxaraq ən son müalicə kimi məsləhət görülən izotretinoin tərkibli dərman vasitəsini göstərmək olar. İzotretinoin akne xəstəliyində əsas dərman vasitələrindən biri kimi məsləhət görülsə də, nəzərə almaq lazımdır ki, izotretinoinin qaraciyərə yan təsiri olduqca böyükdür. O, qaraciyər fermenti olan ALT, AST səviyyəsini artıraraq qaraciyərin funksiyasını birmənalı şəkildə pozur. Qeyd olunanlar nəzərə alınaraq, zərdəçal ekstraktından əldə edilən kurkuminin izotretinoindən öncə daxilə qəbul edildiyi halda qaraciyərin funksiyasının pozulması riskini nə dərəcədə aradan qaldırılması istiqamətində Vistar Albinos siçanları üzərində bir sıra tədqiqatlar aparılmış və müəyyən edilmişdir ki, kurkuminin qepatoprotektor funksiyası yəni qaraciyəri qoruma funksiyası olduqca güclüdür və izotretinoinin zədələyici təsirindən qaraciyəri qoruyur. Alınan nəticələr məqalədə ətraflı şəkildə şərh olunmuşdur.

Açar sözlər:izotretinoin; qaraciyər zədələnməsi, kurkumin; zərdəçal

Evaluation of the protective effect of curcumin-rich turmeric (Curcuma longa) extract against isotretinoin-induced damage

1Nubar Nuriyeva, 2Huseyn Aliyev, 3Yasin Bayir, 4,5Fakhriyya Abdullayeva

1Ataturk University, Erzurum, Turkey
2Azerbaijan Medical University, Baku Azerbaijan
3Ataturk University, Erzurum, Turkey
4Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Institute of Petrochemical Processes named after Academician Y.H. Mammadaliyev,
5Azerbaijan State Oil and Industry University
1 https://orcid.org/0000-0002-1496-9272
2 https://orcid.org/0000-0002-9722-0960
3 https://orcid.org/0000-0003-3562-6727
4 faxriye85@mail.ru, http://orcid.org/0009-0004-1899-9649

ABSTRACT

As it is known, the human body, especially the skin, is constantly exposed to pollution, internal hormonal changes and a number of processes. At this time, the integrity of the skin, oil balance is disrupted, causing acne. In such a case, even if a number of skin care products, solutions, gels and dermatological procedures are applied to the skin, in some cases none of the care products and dermatological procedures applied can cure acne. An example of this is the isotretinoin-containing drug, which is recommended as the last treatment by dermatologists based on the degree of spread of acne on the skin, its density and the patient's age. Although isotretinoin is recommended as one of the main drugs for acne, it should be taken into account that isotretinoin has a significant side effect on the liver. It increases the levels of liver enzymes ALT and AST, which clearly disrupts liver function. Considering the above, a series of studies were conducted on Vistar Albino mice to determine the extent to which curcumin, obtained from turmeric extract, was administered orally before isotretinoin to eliminate the risk of liver dysfunction and it was determined that curcumin has a very strong hepatoprotective function, that is, a liver protective function, and protects the liver from the damaging effects of isotretinoin. The results obtained are explained in detail in the article.

Оценка защитного действия экстракта куркумы (Curcuma longa), богатого куркумином, против повреждений, вызванных изотретиноин

[1]Нубар Нуриева, [2]Гусейн Алиев, [3]Ясин Баир, [4,5]Фахрия Абдуллаева

1Университет Ататюрка, Эрзурум, Турция
2Азербайджанский медицинский университет, Баку, Азербайджан
3Университет Ататюрка, Эрзурум, Турция
4Министерство науки и образования Азербайджанской Республики, академик Ю.Г. Институт нефтехимических процессов им. Мамедалиева,
5Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
1 https://orcid.org/0000-0002-1496-9272
2 https://orcid.org/0000-0002-9722-0960
3 https://orcid.org/0000-0003-3562-6727
4 faxriye85@mail.ru, http://orcid.org/0009-0004-1899-9649

АБСТРАКТ

Как известно, организм человека, особенно кожа, постоянно подвергается воздействию загрязнений, внутренних гормональных изменений и ряда других процессов. В это время нарушается целостность кожи и жировой баланс, что приводит к образованию угрей. В таком случае, даже если на кожу наносится ряд средств по уходу за кожей, растворов, гелей и дерматологических процедур, в некоторых случаях ни одно из применяемых средств по уходу за кожей или дерматологических процедур не излечивает акне. Примером этого является препарат, содержащий изотретиноин, который дерматологи рекомендуют в качестве крайней меры в зависимости от распространенности угревой сыпи на коже, ее тяжести и возраста пациента. Хотя изотретиноин рекомендуется как одно из основных средств от угревой сыпи, следует отметить, что изотретиноин оказывает существенное побочное действие на печень. Он явно нарушает функцию печени, повышая уровень печеночных ферментов АЛТ и АСТ. Принимая во внимание вышеизложенное, был проведен ряд исследований на мышах Vistar Albino с целью определить, в какой степени куркумин, полученный из экстракта куркумы, может устранить риск нарушения функции печени при пероральном введении перед изотретиноином, и было установлено, что гепатопротекторная функция куркумина, то есть его функция защиты печени, очень сильна и защищает печень от повреждающего действия изотретиноина. Полученные результаты подробно описаны в статье.

Ключевые слова: изотретиноин; поражение печени, куркумин; куркума

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1160

QLİSERİN TÖRƏMƏLƏRİ BİODİZEL-DİZEL QARŞIĞINA ƏLAVƏ KİMİ

Gülbən Məmmədova[1], Nərgiz Əzimova[2], Yeganə Məmmədova[3],Ofelya Cavadova[4], İbrahim Məmmədov[5]

Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan
[1]Doktorant, http://orcid.org/0009-0009-1729-6614, gulbenmemmedova1@gmail.com
[2]PhD, narqiz.azimova@rambler.ru
[3]PhD, http://orcid.org/0009-0003-9612-7670, mamedova_yegane75@mail.ru
[4]PhD, ofelya.cavadova@mail.ru
[5]Kafedra müdiri, professor, http://orcid.org/0000-0002-5757-9899, bsu.nmrlab@gmail.com

XÜLASƏ

Qlobal miqyasda baş verən ciddi iqlim dəyişiklikləri daha çox antropogen fəaliyyətlə bağlıdır; ona görə də bütün texnoloji proseslərin planlaşdırılmasında mühüm cəhət məhsulların istehsalı üçün ekoloji tələblərin sərtləşdirilməsidir. Bu məsələdə ən aktual problemlərdən biri ənənəvi, geniş istehlak olunan neft və qazı əvəz edəcək alternativ yanacaq mənbələrinin axtarışıdır. Alternativ yanacaq olaraq, daha böyük maraq doğuran qeyri-qida və ya təkrar istifadə olunan qida yağları əsasında bioyanacaqların sintezi istiqamətidir. Ədəbiyyatdan məlum olduğu kimi, bioyanacaqlar müxtəlif katalitik sistemlərin iştirakı ilə yağların aşağı molekul çəkili spirtlərlə transefirləşməsi reaksiyasından əldə edilir. Bu sintezin əsas çatışmazlığı ondan ibarətdir ki, çoxlu miqdarda qliserin əlavə məhsul kimi istehsal olunur və ondan xammal kimi istifadə edilməlidir. Beləliklə, tullantısız və ya az tullantılı stehsalın yaradılması çox vacibdir. Eləcə də məlumdur ki, bioyanacaqdan təmiz formada istifadə bəzi istismar xassələrinin azalması ilə əlaqədar olaraq sərfəli deyildir. Hal-hazırda klassik dizel yanacağının bioyanacaqla qarışıqlarının tətbiqi daha perspektivlidir. Təqdim olunan işdə B10 yanacağı dizelin günəbaxan yağı və metil spirti əsasında sintez edilmiş biodizellə qarışığından ibarətdir. Yanacaq qarışıqlarının istismar xassələrini yaxşılaşdırmaq üçün aşqar kimi 2 və 3 komponentli sistemlərdən istifadə edilmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, qliserin yanacaq əlavəsi kimi solketal və 2-fenil-1,3-dioksan-5-olun sintezində istifadə edilmişdir. Beləliklə də, tullantısız və ya az tullantılı istehsalın inkişafı üçün şərait yaradılmışdır. Əldə edilən nəticələrdən göründüyü kimi, B10 yanacağı dizellə müqayisədə alışma, bulanma, donma temperaturları, mis lövhənin korroziya davamlığı və s. kimi üstün istismar xassələrinə malik olmuşdur.

Açar sözlər: *dizel, biodizel, bioyanacaq, qliserin, transefirləşmə*.

GİRİŞ

Yer kürəsinin istixana effekti, turşu yağışları, ozon təbəqəsinin aşınması, qlobal dəniz səviyyəsinin qalxması və s. kimi ekoloji problemləri son illərdə daha da artmışdır. Ekoloji tarazlığı təmin etmək üçün sənaye, kənd təsərrüfatı və ümumi insan fəaliyyətinin istənilən sahəsində ciddi məhdudiyyətlər qoyulmuşdur. Bildiyimiz kimi nəqliyyat vasitələri ətraf mühitin çirklənməsinin əsas mənbələrindən biridir və bunun çox hissəsini avtomobillər, qalan hissəsini isə qatarlar və təyyarələr tutur. Bu çirkləndiricilər ətraf mühitə zərər verməklə yanaşı, insanların sağlamlığını təhdid edir və bəzi populyasiyaların məhvinə səbəb olur1 [1-5].

Məqsəd

Problemin aktuallığı və əlaqəli tədqiqatlar

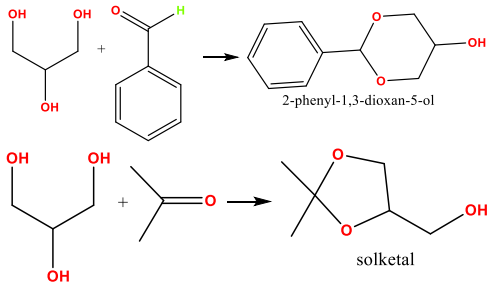
Yuxarıda göstərilənləri nəzərə alaraq, təqdim olunan iş alternativ yanacaq mənbələrinin axtarışına və yaşıl əlavələrin B10 yanacağının istismar xassələrinin yaxşılaşdırılması kimi aktual bir məsələyə həsr edilmişdir.

Metodlar

NMR spektrləri Bruker FT NMR (UltraShieldTM Magnet) AVANCE 300 (^{1}H üçün 300.130 MHz və ^{13}C üçün 75.468 MHz) spektrometrində çəkilmişdir. ^{1}H və ^{13}C kimyəvi sürüşmələri daxili standart tetrametilsilana (TMS) görə aparılmışdır. Həlledici kimi $CDCl_3$ götürülmüşdür.

Transefirləşmə prosesi üçün 0.7 q KOH 38 ml metanolda həll edilmişdir. Tam həll edildikdən sonra qarışığa 50 ml yağ əlavə olunaraq 60°C-ə qədər qızdırılmışdır. Transefirləşmə reaksiyası davamlı qarışdırmaqla 6 saat davam etmişdir.

Qliserin törəmələrinin alınması üçün aseton və benzaldehid, eləcə də komponent kimi istifadə edilən tsiklopentanon, dioksan kommersiya mənbələrindən (Aldrich) alınmış və təmiz şəkildə istifadə edilmişdir.



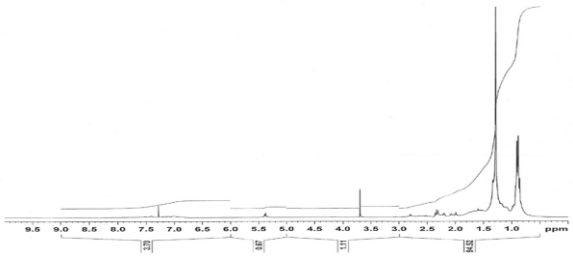
Tədqiqatın müzakirəsi

Təqdim olunan məqalədə B10 yanacağında qliserin əlavələri 2 və 3 komponentli qarışıq şəkilində öyrənilmişdir. Qliserin əlavəsi kimi 2-fenil-1.3-dioksan-5-ol və solketal istifadə edilmişdir. Tədqiqatlardan alınan nəticələr cədvəldə verilmişdir.

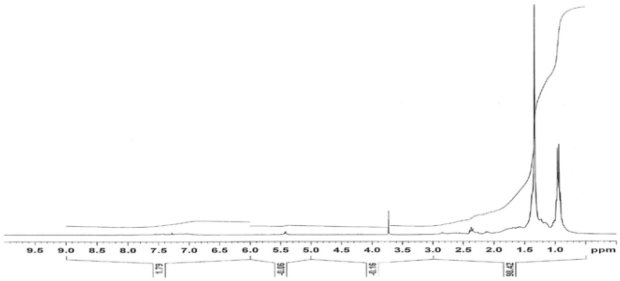
Nümunələr	η_{20}	η_{40}	ρ	Alışma temperaturu	Korroziya davamlığı	$T_{bulanma}$	T_{donma}
Dizel	62.	3.44	0.837	70°C	№2	7°C	+0°C
Biodizel	-	4.1	0.88	174°C	№1	+12°C	+6°C
B10	5.35	3.37	0.8477	110°C	№1	+5°C	-13°C
B10 + 2-fenil-1.3-dioksan-5-ol +tsiklopentanon	5.31	3.34	0.8602	69°C	№1	0°C	-22°C
B10 + 2-feni-1.3-dioksan-5-ol + tsiklopentanon + solketal	5.22	3.23	0.8611	70°C	№1	-3°C	-27°C

Cədvəldə verilmiş məlumatlardan göründüyü kimi, B10 yanacağı dizellə müqayisədə daha yaxşı istismar xassələrinə malikdir. Belə ki, alışma, bulanma, donma temperaturları, mis lövhənin korroziya davamlığı və s. kimi papametrlər standartlar daxilindədir. Xüsusilə də iki və üç komponentli əlavələri olan yanacaq sistemlərində özlülük, alışma və donma temperaturları kimi xassələr əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşmışdır. Məsələn, iki və üç komponentli sistemlərdə özlülük 3.34 və 3.23 sm^2/s, alışma temperaturları 69 və 70ºC, donma temperaturları isə -22 və 27ºC olmuşdur.

Aşağıda B10+2-fenil-1,3-dioksan-5-ol+tsiklopentanon yanacaq növünün ^{1}H NMR spektri verilmişdir (Şəkil 1 və 2). Spektrlərdən göründüyü kimi aromatik hissənin inteqral intensivliyi 3.7-dən 1.79-a, ikiqat rabitənin inteqral intensivliyi isə 0.67-dən 0.06-a qədər dəyişmişdir.

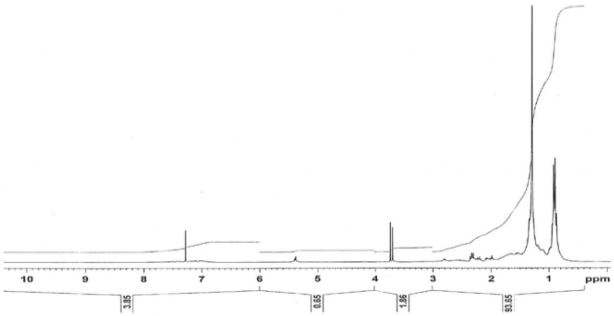


Şəkil 1. B10+2-fenil-1,3-dioksan-5-ol+tsiklopentanon yanacaq növünün ^{1}H NMR spektri (oksidləşmədən əvvəl)

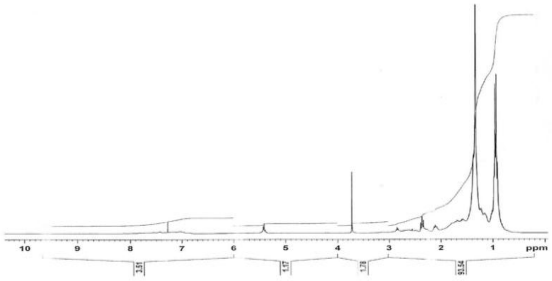


Şəkil 2. B10+2-fenil-1,3-dioksan-5-ol+tsiklopentanon yanacaq növünün ^{1}H NMR spektri (oksidləşmədən sonra)

Şəkil 2 və 3-də isə B10+2-fenil-1,3-dioksan-5-ol+tsiklopentanon+dioksan yancaq növünün oksidləşmədən əvvəl və sonra ^{1}H NMR spektrləri verilmişdir. Spektrlərdən göründüyü kimi aromatik hissənin inteqral intensivliyi 3.85-dən 3.51-ə, ikiqat rabitənin inteqral intensivliyi isə 0.65-dən 1.17-a qədər dəyişmişdir. İki yanacq növünün müqayisəsi göstərir ki, dioksan əlavə edilmiş yanacaq növü oksidləşməyə qarşı daha stabildir.



Şəkil 3. B10+2-fenil-1,3-dioksan-5-ol+tsiklopentanon+dioksan yanacaq növünün ^{1}H NMR spektri (oksidləşmədən əvvəl)



Şəkil 4. B10+2-fenil-1,3-dioksan-5-ol+tsiklopentanon+dioksan yanacaq növünün ^{1}H NMR spektri (oksidləşmədən sonra)

Nəticə

Nəticə olaraq qeyd edə bilərik ki, B10 yaşıl yanacağı və onun keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması üçün əldə edilmiş qliserin törəmələri araşdırılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, adi dizellə müqayisədə B10 və qliserin törəmələri əlavə edilmiş yanacaqlarının istismar xassələri daha yüksəkdir. Belə ki, bu yanacaq növləri aşağı özlülük, alışma-donma temperaturları, antikorroziya və yüksək stabilliyi ilə fərqlənirlər.

Ədəbiyyat

[1] Paterson M, Car culture and global environmental politics// Rev. Int. Stud., 2000, 26, 253-20.

[2] Fontaras G., Zacharof N.G., Ciuffo B, Fuel consumption and CO_2 emissions from passengers cars in Europe—laboratory versus real-world emissions// Prog. Energy Combust. Sci., 2017, 60 97-131.

[3] Colvile R.N., Hutchinson E.J., Mindell J.S., Warren R.F, The transport sector as a source of air pollution// J. Atmos. Environ., 2001, 35, 1537-1565.

[4] Dianne L.P., Michael H., Rhea B, Combustion and physical properties of blends of military jet fuel JP-5 with fifteen different methyl ester biodiesels synthesized from edible and nonedible oils// Fuel, 2022, 311, 122503.

[5] Ajayraj M., Ankit S., Faisal K., Ramavatar M, Synthesis of biodiesel from non-edible Jatropha curcas oil using potassium hydrogen sulphate-graphene oxide-based composite (KHS-GOcat) catalyst// Ind. J. Chem. Tech., 2022, 29, 181-187.

Производные глицерина как добавки к биодизельно-дизельным смесям

Гульбен Мамедова[1], Наргиз Азимова[2], Егана Мамедова[3], Офеля Джавадова[4], Ибрагим Мамедов[5]

Бакинский государственный университет, Баку, Азербайджан

[1]Аспирант, http://orcid.org/0009-0009-1729-6614, gulbenmemmedova1@gmail.com

[2]кандидат наук, nargiz.azimova@rambler.ru

[3]кандидат наук, http://orcid.org/0009-0003-9612-7670, mamedova_yegane75@mail.ru

[4]кандидат наук, ofelya.cavadova@mail.ru

[5]Заведующий кафедрой, профессор, http://orcid.org/0000-0002-5757-9899, bsu.nmrlab@gmail.com

АННОТАЦИЯ

Серьезные изменения климата, происходящие в глобальном масштабе, в основном связаны с антропогенной деятельностью, поэтому важным аспектом при планировании всех технологических процессов является ужесточение экологических требований к производству той или иной продукции. Одной из актуальных проблем является поиск альтернативных источников топлива для замены традиционных, широко потребляемых нефти и газа. В качестве альтернативы наибольший интерес представляет направление синтеза биотоплива на основе непищевых растительных или многократно используемых пищевых масел. Как известно из литературы, биотопливо получают путем реакции переэтерификации масел низшими спиртами в присутствии различных каталитических систем. Главным недостатком такого синтеза является то, что в качестве побочного продукта образуется огромное количество глицерина, который необходимо утилизировать. Таким образом, создание безотходного или малоотходного производства биотоплива является весьма актуальным. Также установлено, что использование биотоплива в чистом виде нерентабельно, ввиду снижения некоторых эксплуатационных характеристик. В настоящее время более перспективным является использование топливных смесей классического дизеля с биотопливом. В представленной

работе исследованы топливные смеси дизеля марки Б10 с биодизелем, синтезированным на основе подсолнечного масла и метилового спирта. В продолжение работы по улучшению эксплуатационных свойств топливных смесей в качестве присадок были использованы 2-х и 3-х компонентные системы. Важно отметить, что глицерин использовался при синтезе золькеталя и 2-фенил-1,3-диоксан-5-ола, используемых в качестве топливных присадок. Таким образом, можно отметить, что создаются условия для развития безотходного или малоотходного производства. Как видно из полученных данных, топливо марки Б10 имеет существенное улучшение некоторых эксплуатационных свойств по сравнению с дизелем, а именно температуры вспышки, помутнения, замерзания и коррозионной стойкости на медной пластине.
Ключевые слова: дизель, биодизель, биотопливо, глицерин, переэтерификация.

Glycerol derivatives as additives to Biodiesel-diesel mixture

Gulben Mamedova[1], Nargiz Azimova[2], Yegana Mamedova[3], Ofelia Javadova[4], Ibrahim Mamedov[5]

Baku State University, Baku, Azerbaijan,

[1]PhD student, http://orcid.org/0009-0009-1729-6614, gulbenmemmedova1@gmail.com
[2]PhD, narqiz.azimova@rambler.ru
[3]PhD, http://orcid.org/0009-0003-9612-7670, mamedova_yegane75@mail.ru
[4]PhD, ofelya.cavadova@mail.ru
[5]Head of department, professor http://orcid.org/0000-0002-5757-9899, bsu.nmrlab@gmail.com

ABSTRACT

Serious climate changes occurring globally are mostly associated with anthropogenic activity; therefore, an important aspect in planning all technological processes is tightening environmental requirements for producing certain products. One of the pressing problems is the search for alternative fuel sources to replace traditional, widely consumed oil and gas. As an alternative, the greatest interest is in the direction of the synthesis of biofuels based on non-food vegetable or repeatedly used edible oils. As is known from the literature, biofuels are obtained by the reaction of transesterification of oils with lower alcohols in the presence of various catalyst systems. The main disadvantage of this synthesis is that a huge amount of glycerol is produced as a by-product, which must be utilized. Thus, the creation of waste-free or low-waste biofuel production is very important. It has also been established that the use of biofuel in its pure form is unprofitable, due to a decrease in some performance characteristics. Currently, using fuel mixtures of classic diesel with biofuel is more promising. In the work presented, we studied fuel mixtures of B10 diesel with biodiesel synthesized based on sunflower oil and methyl alcohol. As a continuation of the work to improve the performance properties of fuel mixtures, 2 and 3 component systems were used as additives. It is important to note that glycerol was used in the synthesis of solketal and 2-phenyl-1,3-dioxan-5-ol, used as fuel additives. Thus, it can be noted that conditions are being created for the development of waste-free or low-waste production. As we can see from the obtained data, fuel grade B10 has a significant improvement in some operational properties compared to diesel, namely flash, cloud, freezing point temperatures and corrosion resistance on a copper plate.

Keywords: *diesel, biodiesel, biofuel, glycerol, tranesterification.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1165

CONVERSION OF AGRO-INDUSTRIAL WASTE INTO ENERGY RESOURCES

Mammadov Elshad Arshad[1], Hasanova Nurida Elshan[2]

[1,2] Departament of environmental protection, Azerbaijan Technology University, Baku, Azerbaijan

[1] Head of departament, doctor of chemical sciences, professor, elshad1952@.ru
[2] Assistant, gasanovanurida.98@gmail.com

ABSTRACT

The growing global demand for sustainable energy solutions has intensified interest in utilizing agro-industrial waste as a renewable energy source. Agro-industrial by-products, including plant residues, food processing waste, and livestock manure, represent a significant yet underutilized resource that can be transformed into clean energy through various conversion technologies. This paper examines the potential of these waste materials in renewable energy production and explores key conversion methods, such as anaerobic digestion, biomass combustion, and bioenergy production, emphasizing their efficiency, environmental benefits, and economic feasibility. Anaerobic digestion is a well-established method that facilitates the breakdown of organic waste from livestock manure, agricultural residues, and food processing industries to produce biogas, primarily composed of methane and carbon dioxide. This biogas can be used for electricity generation, heating, and as a vehicle fuel, reducing dependency on fossil fuels while lowering greenhouse gas emissions. Similarly, biomass combustion involves the direct burning of plant-based waste to produce heat and electricity, making it a viable option for rural and industrial energy needs. Additionally, bioenergy production from agricultural products such as corn, sugar beet, and oilseeds allows for the creation of bioethanol and biodiesel, which serve as sustainable alternatives to conventional fuels. The integration of these waste-to-energy technologies not only addresses pressing environmental concerns but also enhances energy security, particularly in agricultural regions where bio-based energy can be locally sourced and utilized. By reducing landfill waste, minimizing methane emissions, and lowering disposal costs, agro-industrial waste management contributes to the circular economy, promoting sustainable resource utilization. Furthermore, investment in these technologies has the potential to generate economic benefits, including the creation of new jobs in the renewable energy sector and the diversification of energy sources to ensure long-term sustainability. Despite the clear advantages, challenges such as high initial investment costs, technological limitations, and policy constraints remain significant barriers to widespread adoption. Therefore, further research, innovation, and governmental support are crucial to advancing biomass-to-energy technologies, optimizing efficiency, and making these solutions more cost-effective for global implementation.

Keywords: *Agro-industrial waste, waste management, agriculture, environmental ıssue biomass*.

INTRODUCTION

In recent decades, the global community has faced increasing concerns over the depletion of traditional energy resources and the urgent need for alternative solutions. The use of agricultural-industrial complex (AIC) waste for renewable energy production has emerged as a promising approach, offering both environmental and economic benefits. Agricultural waste, including plant residues, livestock manure, and by-products from food processing industries, serves as a valuable raw material for the production of biogas, biochar, and liquid biofuels, thereby reducing environmental pollution and promoting energy independence in rural regions [8,11,14]. Several technologies have been developed to convert AIC waste into renewable energy, with the most prominent being anaerobic digestion, thermochemical processes (pyrolysis and gasification), and fermentation. Among these, anaerobic digestion is widely regarded as one of the most effective methods for processing organic waste, as it produces biogas with a high methane content. This biogas can be used for electricity and heat generation, significantly reducing the reliance on fossil fuels [3]. According to studies by the World Health Organization (2019), processing agricultural waste through methane fermentation can reduce greenhouse gas emissions by 40-60%, making it a crucial solution for mitigating climate change impacts [8,11,14]. Thermochemical conversion methods, such as pyrolysis and gasification, enable the transformation of solid biomass into syngas, bio-oil, and biochar, which can be further refined into fuels or used for soil enhancement [7]. Fermentation processes, on the other hand, play a vital role in the production of liquid biofuels such as bioethanol and biodiesel, which are increasingly being used as alternatives to gasoline and diesel in the transport sector [4]. The potential for processing agro-industrial waste is driven by multiple factors: Reduction of Environmental Impact: The proper utilization of agricultural waste significantly reduces anthropogenic pressure on the environment by preventing waste accumulation, minimizing methane emissions from landfills, and decreasing deforestation for fuelwood [8]. Economic Benefits: The production of biofuels and biogas creates new revenue streams for farmers and agribusinesses, lowers the cost of energy consumption, and enhances rural economic development [3]. Energy Security and Diversification: By promoting local energy production, the adoption of bioenergy solutions reduces dependence on fossil fuels, strengthens energy security, and stabilizes energy prices [7]. The study of regional characteristics is essential for optimizing biomass utilization strategies. In Azerbaijan, large amounts of agricultural waste are generated from cotton farming, viticulture, and livestock production. This waste, if left untreated, can cause serious environmental and economic issues, including soil degradation, water contamination, and air pollution due to open burning of crop residues [4]. To address these challenges, Azerbaijan has invested in biogas plants and gasification technologies, allowing for efficient waste processing and reducing the negative environmental footprint of the agricultural sector. The Baku Municipal Solid Waste Processing Plant, for instance, has played a crucial role in managing waste and generating renewable energy, with a bioenergy capacity of 45 MW as of 2021 [9]. The utilization of agro-industrial waste for renewable energy production presents a significant opportunity for climate change mitigation, economic growth, and energy sustainability. By adopting anaerobic digestion, pyrolysis, and biofuel production technologies, countries can reduce environmental pollution, create new economic opportunities, and enhance rural energy security. The successful implementation of bioenergy projects in Azerbaijan and other agricultural regions demonstrates the practical benefits of waste-to-energy conversion. As global energy demands continue to rise, investing in bioenergy solutions will be critical for ensuring a sustainable and resilient energy future.

Relevance of the problem and related research

The issue of producing alternative energy from agricultural-industrial complex waste can contribute to solving global ecological and energy problems. With the increase in the world's population and industrial development, the demand for energy production is rapidly growing. However, the conventional energy sources used to meet this demand, especially fossil fuels, have a significant negative impact on the environment. Therefore, the development and implementation of renewable energy sources that have less impact on nature is essential. Agricultural-industrial complex waste stands out as a potential energy source that can be used for this purpose.

The waste from the agricultural-industrial complex includes plant-based and animal-based materials, including by-products from agricultural production, animal waste, and food industry residues. The biological and chemical properties of these wastes make them suitable for alternative energy production. For example, animal waste and plant residues can be used to produce biogas. The production of biogas is possible through anaerobic digestion processes, which help reduce carbon dioxide emissions [1,3].

Biomass, or the combustion of organic materials, is one of the traditional methods of energy production from such waste. The use of biomass also helps to reduce agricultural waste, prevent soil pollution, and protect the environment (Jones et al., 2016). The conversion of biomass into gas or bioethanol production can also be a way to increase the income of agricultural sectors [2,9,12]. Research shows that these energy production methods are beneficial both ecologically and economically. For instance, in developed countries, energy production from agricultural waste has already been widely implemented and successfully executed. Many countries in Europe and Asia have established facilities, particularly for biogas production, and have created energy sources with minimal environmental impact [4,5]. Therefore, using agricultural-industrial waste for energy production leads to positive outcomes in terms of increasing environmentally clean energy production, reducing carbon emissions, and managing agricultural waste.

Thus, the development of energy production from agricultural-industrial complex waste is of great importance for both environmental protection and energy security. This approach is also economically beneficial, as it could create new jobs and contribute to making the agricultural industry more sustainable.

Methods

This study examines the potential for utilizing agricultural-industrial complex (AIC) waste in Azerbaijan for alternative energy production. The primary aim is to explore different technologies for converting AIC waste into renewable energy and assess their ecological and economic effectiveness within the context of Azerbaijan. The research focuses on several key technologies such as anaerobic digestion, biomass combustion, and bioethanol production, which are suitable for Azerbaijan due to its strong agricultural sector.

Anaerobic digestion is highlighted as one of the most effective technologies for converting agricultural waste, particularly livestock waste, into biogas. The study demonstrates that manure, which contains 60-70% methane, is a highly efficient source for biogas production. Additionally, plant residues and grain processing waste, while having a slightly lower methane content, can still contribute significantly to biogas production.

The study includes data on methane content in biogas produced from various agricultural waste types. Table 1 illustrates the methane content in biogas derived from different agricultural

wastes. It shows that manure, with a methane content of 60-70%, is the most efficient waste for biogas production, followed by plant residues and grain processing waste.

Table 1. Methane content in bogas from various agricultural wastes

Type of Waste	Methane Content (%)
Plant Residues	55-65
Manure	60-70
Grain Processing Waste	50-60

The production of biogas from AIC waste has the potential to generate significant amounts of renewable energy. According to the study, 1 ton of agricultural waste can produce up to 450 m^3 of biogas, equivalent to 0.5 MWh of electricity. The residual products from anaerobic digestion can also be utilized as high-quality organic fertilizers, contributing to a more sustainable and closed-loop system.

Further analysis is presented in Table 2, which outlines the amount of energy that can be generated from 1 ton of agricultural waste. The results indicate that manure produces the most biogas and electricity, followed by plant residues and grain processing waste. These results emphasize the importance of livestock farming in Azerbaijan, which can serve as a major contributor to renewable energy generation.

Table 2. Energy production from 1 ton of agricultural waste

Type of Waste	Biogas (m^3)	Electricity (kWh)
Plant Residues	400-450	0.45
Manure	500-550	0.55
Grain Processing Waste	350-400	0.40

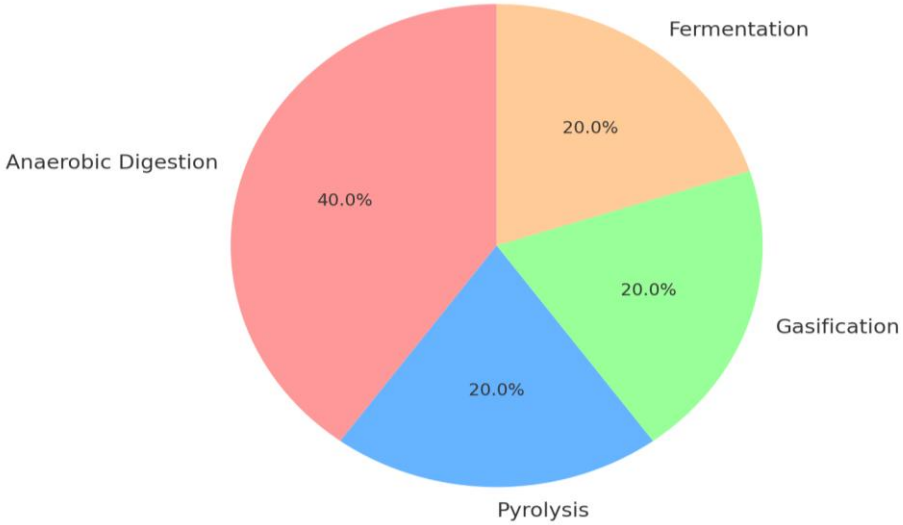
Additionally, the study evaluates the environmental benefits of utilizing AIC waste for biogas production. Table 3 presents the reduction in CO_2 emissions achieved through the anaerobic digestion process. Manure, in particular, offers the greatest reduction in CO_2 emissions, reducing them by 60%, which highlights its dual benefit as a source of energy and an effective means of mitigating greenhouse gas emissions.

Table 3. CO_2 emissions reduction from anaerobic digestion

Type of Waste	CO_2 Emissions Reduction (%)
Plant Residues	50
Manure	60
Grain Processing Waste	40

The biomass resources available in Azerbaijan are diverse, including industrial waste, forestry residues, agricultural waste, and organic municipal waste. With over 2 million tons of solid waste being disposed of annually, Azerbaijan has significant potential for converting these waste streams into renewable energy. The study highlights that the country's agricultural sector can play a key role in this process, with the possibility of turning agricultural residues into valuable energy sources such as biogas.

Furthermore, the study emphasizes that Azerbaijan's bioenergy sector has seen positive developments. As of 2021, the bioenergy capacity in Azerbaijan reached 45 MW, with the Baku waste processing plant having generated over 1.5 million MWh of electricity since its launch. This success serves as a model for future projects that aim to utilize agricultural waste for energy production [6,7].



Picture 1. Processing methods for agro-industrial(AİC)complex

The study also outlines the necessary steps for implementing AIC waste-to-energy projects. These steps include conducting research and analysis to assess available waste, designing the biogas plant, securing financing, constructing the plant, launching operations, and continuously monitoring and optimizing the system.

Finally, the study concludes that utilizing AIC waste for alternative energy production in Azerbaijan offers substantial ecological, economic, and social benefits. It contributes to reducing greenhouse gas emissions, enhancing energy security, and providing solutions to waste management. Moreover, it supports the creation of a sustainable economy, promotes rural development, and offers new opportunities for job creation in the country's agricultural sector[10].

In conclusion, the application of renewable energy technologies such as biogas production from agricultural waste can significantly contribute to Azerbaijan's energy transition, reduce waste, and create a more sustainable agricultural economy. This approach aligns with global trends aimed at increasing the share of renewable energy and mitigating climate change impacts.

Conclusion

In conclusion, the potential for using agricultural-industrial complex (AIC) waste in Azerbaijan for alternative energy production represents a promising opportunity for the country's

sustainable development. The theoretical analysis conducted in this study demonstrates that AIC waste, such as manure, plant residues, and grain processing waste, holds significant potential for the production of renewable energy, particularly through technologies like anaerobic digestion, biomass combustion, and bioethanol production. These methods are already widely used in various countries, and their application in Azerbaijan could help reduce reliance on fossil fuels, improve energy security, and contribute to climate change mitigation efforts.

One of the most compelling aspects of using AIC waste for energy production is its dual benefit—helping both with waste management and energy generation. In Azerbaijan, where agriculture plays a central role in the economy, utilizing agricultural and livestock waste to produce energy offers a sustainable solution to the growing problem of waste disposal, especially in rural areas. By converting waste into biogas, the country can reduce the amount of methane released into the atmosphere, a potent greenhouse gas, while generating clean energy for domestic use.

The study also highlights the potential for economic benefits. The use of AIC waste can create new revenue streams by generating electricity and heat that can be sold, while simultaneously reducing costs associated with waste disposal and environmental impact. Additionally, it opens up opportunities for job creation in the rural economy, as new industries and services related to waste-to-energy technologies emerge. In particular, projects that focus on biogas production could have far-reaching positive effects on the local economy, boosting rural livelihoods and promoting agricultural sustainability.

From an environmental perspective, using AIC waste for energy production can help Azerbaijan meet its obligations under international climate agreements, particularly those related to the reduction of carbon emissions. As the study shows, biogas production significantly reduces carbon dioxide emissions, with manure waste reducing CO_2 emissions by up to 60%. This makes it an effective tool in the fight against climate change while enhancing the country's renewable energy capacity.

Despite the promising prospects, there are challenges that must be addressed in the implementation of waste-to-energy projects in Azerbaijan. These include the need for investment in infrastructure, technology, and expertise, as well as the development of policies that support the integration of renewable energy into the national grid. Collaboration between government, the private sector, and agricultural producers is essential to overcoming these challenges and ensuring the successful implementation of waste-to-energy technologies.

Ultimately, the successful integration of AIC waste into Azerbaijan's energy system can contribute to a more sustainable future for the country. It offers a win-win solution that supports both environmental sustainability and economic growth, positioning Azerbaijan as a leader in the adoption of renewable energy in the region. With proper planning, investment, and policy support, Azerbaijan can harness the full potential of its agricultural-industrial complex waste to create a cleaner, more sustainable energy future, benefiting both the environment and the economy.

References

[1] Guliyev, R., Energy Production from Biomass: Methods and Applications, 2018, Journal of Agricultural Sciences, 5(1), 42–48.

[2] Ragimov, A., Utilization of Agricultural Waste for Biogas Production, 2019, Ecological Studies, 12(3), 15-20.

[3] Kravchenko, A., Sustainable Use of Agro-industrial Waste for Energy Production, 2020, Environmental Sciences, 15(1), 30-37.
[4] World Health Organization, Biomass as an Energy Source, 2019, Available at: https://www.who.int
[5] Kafle, G. K. and Kim, S. H., Biogas Production from Agricultural Waste: A Review, 2013, Environmental Engineering and Science, 30(3), 1-11.
[6] Kramer, V., et al., Agricultural Waste in Bioenergy: Sustainable Solutions, 2015, Environmental Management, 56(6), 1234-1245.
[7] Lehtonen, A., et al., Biogas Production and Utilization in Europe: A Review, 2017, Renewable Energy, 104, 75-85.
[8] Smith, P., et al., Methane Emissions from Livestock Waste: Impact on Climate Change, 2014, Environmental Science and Technology, 48(10), 6021-6028.
[9] Smith, S. J., et al., Anaerobic Digestion of Agricultural Waste: The Role of Biogas in Renewable Energy Systems, 2018, Environmental Science and Pollution Research, 25(15), 15019-15030.
[10] Tan, Z., et al., Biogas Production from Agricultural Waste: Recent Developments, 2019, Bioresource Technology, 273, 187-198.
[11] World Bank, Renewable Energy and Sustainable Agriculture: Leveraging Opportunities for Growth in Developing Countries, 2018, World Bank Report, Washington, D.C.
[12] Jones, D. A., et al., Utilizing Biomass for Renewable Energy Production, 2016, Reviews of Renewable and Sustainable Energy Sources, 58, 1137-1150.
[13] Wang, I., et al., Bioethanol Production from Agricultural Waste: Opportunities and Challenges, 2018, Bioresource Technology, 246, 3-13.
[14] European Commission, EU Renewable Energy Directive 2009/28/EC: EU Framework Policy on Renewable Energy Sources, 2020, European Commission, Brussels.
Let me know if you'd like any further adjustments!

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1172

MİKROBİAL GÜBRƏ TƏTBİQİNİN (MGT) SEPTORİYA XƏSTƏLİYİNİN NƏZARƏTİNDƏ TƏSİRİ

S.İ. Allahyarova[1], G.A. Ramazanova[2]*, G.F. Şirinova[3]

[1],[1]*Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti, Bitki Patologiyası Kafedrası,Torpaqşünaslıq və Aqrokimya Kafedrası, Bakı, Azərbaycan
[2] Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kimya texnologiya fakültəsi, Bakı, Azərbaycan

[1] https://orcid.org/0009-0006-07620-490X,allahyarovasakina92@gmail.com
[2]* Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, https://orcid.org/0000-0002-8155-9046, gunelramazanli0@gmail.com
[3]Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, http://orcid.org/0009-0008-5128-605X, shirinligulnar@gmail.com

XÜLASƏ

Tədqiqat ərazisi Azərbaycan respublikasının Samux rayonudur. Tədqiqatımızı Azərbaycan Dövlət Aqrar universitetinin Bitki xəstəliklərinin diaqnostikası labaratoriyasında sınaq bitkiləri üzərində həyata keçirmişik. Təcrübə 2 variant olmaqla aparılmışdır: Nəzarət (N, gubrə verilmədən), Mikrobial gübrə tətbiqi (MGT), Pomidor bitkisi ştilləri Bacillus subtilis və Bacillus amyloliquefaciens bakteriyasından ibarət mikrobial gübrə (1 ml / 10 L su)tətbiq edildikdən sonra dibçəklərdə əkilmişdir. Çiçəklənmənin əvvəlində 1 ml / 100 L su nisbətində mikrobial gübrə yapraqlarda çiləmə şəklində tətbiq edilmişdir. Xəstəliklərin yayılması və şiddəti ilə bağlı müşahidələr aparılmış və qeydlər götürülmüşdür. Bacillus subtilis, Bacillus amyloliquefaciens tətbiqini nəzarət ilə müqayisə edilərkən xəstəliklər daha az müşahidə edilmişdir. Bir bitkidə olan məhsuldarlıq ən çox mikrobial gübrə istifadəsi zamanı müşahidə olunur. Dibçəklərə əvvəlcədən analiz edilmiş torpaq doldurulmuşdur. Ekoloji çirklənməni önləmək, kimyəvi dərman tətbiqini minimuma endirmək baxımından tədqiqatımızın mühüm əhəmiyyəti var.

Aparılan tədqiqatların nəticəsindən aydın oldu ki, tək və ya kombinasiyalı tətbiq olunan və sınaqdan keçirilmiş üsullar pomidor bitkisi üzərində Septoria tərəfindən törədilən xəstəliyin yayılma ehtimalını azaltmaq potensialına malikdir. Eyni zamanda bu xəstəliyin yayılmasını azaltmaqda bioloji mübarizə üsulları da tətbiq olunur ki,biz bunlardan Trichoderma cinsinə aid olan göbələklərdən alınan preparatlardan istifadəni misal göstərə bilərik. Bu mikroorqanizmlərdən alınan preparatları tətbiq edən zamanı biotik və abiotik faktorlar nəzərə alınmalıdır. Pomidor bitkisində bu preparatların tətbiqi zamanı həm məhsuladarlıq artır,həm də bitkinin vizual olaraq xarici görünüşündə mühüm dəyişikliklərin baş verdiyini müşahidə etmək olur. Qeyd etdiyimiz bitki qida əhəmiyyətli bitkidir. Ona görə bu cür metodlardan istifadə gələcəkdə məhsuldarlığın artmasına zəmin yaradır.

Mikrobial gübrə tətbiqi (MGT) zamanı xəstəlik şiddəti kəskin aşağı enmiş ,bitkilər xəstəliklərdən kifayət qədər qorunmuşdur. Tətbiq zamanı Septorioz xəstəliyin şiddətinin isə 35% olduğu müəyyən edilmişdir.

Nəzarət (N, gubrə verilmədən) vriantında Septorioz xəstəliyin şiddətinin isə 92% müəyyən edilmişdir. Bu xəstəlik şiddəti çox kəskin olduğu üçün 20 gün ərzində bitkilərin tam qurumasına və məhv olmasına səbəb olmuşdur.

Burdan bu nəticəyə gəlmək olar ki ,standart gübrə ilə yanaşı mikrobial gübrə tətbiq edərək, pomidor yetişdiriciliyində qənaətbəxş nəticə almaq mümkündür. Mikrobial gübrələrin

istifadəsinin genişlənməsi kimyəvi maddələrin tətbiqini əhəmiyyətli dərəcədə azaldıla bilər. Ətraf mühitin çirklənməsinin qarşısının alınması və davamlı kənd təsərrüfatının təmini baxımından mikrobial gübrə tətbiqinin olduqca faydalı olacağını düşünmək olar.

Açar sözlər: *Mikrobial gübrə tətbiqi, septorioz, xəstəlik, ləkəlik, ekologiya.*

GİRİŞ

Ölkəmizdə pomidor bitkisi özünün əkin sahəsinə və istehsal həcminə görə həmişə əsas yeri tutmuş və tutmaqdadır.

Vətəni Cənubi və Mərkəzi Amerikanın (Peru, Çili, Qvatemala) tropik rayonları olmuş, Avropaya ilk dəfə olaraq XVI yüzillikdə gətirilmiş, o vaxta qədər isə o ekzotik və dərman bitkisi kimi tanınmışdır. Bizim ölkəmizdə isə ilk dəfə 1862-ci ildən becərilməyə başlanmışdır.

Pomidorun tərkibində əhəmiyyətli mineral duzlar, vitamnlər ,qida məhsulları vardır. Tərkibindəki şəkərin turşuya münasibəti nə qədər çox olarsa, meyvə daha da dadlı olar.

Meyvəsinin tərkibində orta hesabla quru maddə 6-7%, zülal 0,8-1%, mineral maddələr 0,5-0,6%, şəkər 4,0-5,0%, sellüloza 0,8-0,9%, vitamini C 25-27 mq%, A,B1, B2,PP vitaminləri vardır. Pomidorun tərkibində olan bütün qiymətli maddələr insan orqanizminin normal inkişafı və onun əmək qabiliyyətinin saxlanması üçün vacibdir. Odur ki, hər bir insan gün ərzində azı 300-400q pomidor yeməlidir.

Dövlət Statistika Komitəsinin məlumatına əsasən 2016-cı təsərrüfat ilində Azərbaycanda 22422 hektar sahədə pomidor əkilmiş, cəmi 502,7 min ton məhsul istehsal edilmiş, hektardan məhsuldarlıq 187,6 sentner olmuşdur.

Pomidor bitkisinin bir çox göbələk mənşəli xəstəlikləri mövcuddur.Bunlardan biri də septorioz xəstəliyidir.Septoria yarpaq ləkəsi xəstəliyinin törədicisi Septoria lycopersici göbələyidir. Bu göbələk inkişafın istənilən mərhələsində pomidorlara hücum edə bilər, lakin simptomlar ilk növbədə bitkilər meyvə verən zaman yaşlı, aşağı yarpaqlarda və gövdələrdə görünür. Semptomlar adətən yarpaqlarda görünür, lakin ləçəklərdə, gövdələrdə və qabıqda baş verə bilər. İlk simptomlar yaşlı yarpaqların alt tərəflərində olan kiçik, nekrozlaşmış, dairəvi ləkələr kimi görünür. Bu ləkələrin mərkəzləri daha sonra boz rəngə çevrilir və tünd-qəhvəyi bir kənara malikdir. Ləkələr xarakterik şəkildə dairəvi olur və çox vaxt kifayət qədər çoxdur. Ləkələr qocaldıqca bəzən böyüyür və çox vaxt bu xəstəliyin bir çox əlaməti var. Ləkələrin qaralma mərkəzlərində asanlıqla görünən tünd-qəhvəyi, sızanaq kimi quruluşlar, ləkələr çox olduqda, təsirlənmiş yarpaqlar sararır və sonunda büzülür, qəhvəyi olur və tökülür və tez-tez bitkilər vaxtından əvvəl defoliasiya edildikdə meyvənin sonrakı günəş yanmasına səbəb olur.

Septoria yarpaq ləkəsi isti, nəm, rütubətli şəraitdə üstünlük təşkil edir. Göbələk toxumda və ya alaq otlarında yaşaya bilsə də, inokulumun əsas mənbəyi torpaqda "qışlayan" xəstə bitkilərin yarpaq parçaları və digər bitki qalıqlarıdır. Yaş şəraitdə piknidiyada göbələklərin sporları (konidiya da deyilir) əmələ gəlir. Bu sporlar sağlam pomidor yarpaqlarına küləklə əsən su, sıçrayan yağış, yerüstü suvarma sistemləri, toplayanların əlləri və geyimləri, becərmə avadanlığı və Kolorado kartof böcəyi, birə böcəyi, pomidor qurdları və gənələr kimi bir neçə növ həşəratla yayılır. Bu ilkin yayılmadan sonra və yarpaqlarda sərbəst nəm olduqda sporlar cücərir, pomidor toxumalarını yoluxdurur və adətən 5 gün ərzində ləkələr əmələ gəlir. Sonradan bu yeni ləkələrdə piknidiyalar inkişaf edir, daha çox sporlar əmələ gəlir, infeksiyanın ikincili dövrləri başlayır və xəstəlik yayılır.

Bəzi yetişdiricilər bioloji nəzarət agentlərinə (BCA) üstünlük verirlər, çünki onların yüksək toksikoloji təhlükəsizliyi və ətraf mühitə daha az təsiri var. BCA-lar ənənəvi və üzvi pomidor istehsal sistemlərində bitki xəstəliklərini idarə etmək üçün istifadə edilmişdir. Məsələn, toxum və şitillərin Bacillus subtilis bakteriyası tətbiqi bir çox pomidor yarpaq xəstəliklərini əhəmiyyətli dərəcədə azalda bilər. Digər geniş yayılmış BCA olan Trichoderma harzianum da S. lycopersici ilə mübarizədə təsirli olur.(Sain, 2016) . Bu BCA-ların kommersiya pomidor istehsalı sistemlərində nə qədər geniş istifadə edildiyi aydın deyil. Yenə də bu metodların elmi və təcrübəsi təkmilləşdikcə, S. lycopersici-yə qarşı mikrobioma əsaslı bioloji məhlullar gələcəkdə pomidor xəstəliklərinin idarə olunması üçün praktiki yanaşma ola bilər. (George,2024).Sanitariya, mədəni, bioloji və kimyəvi üsulların inteqrasiyası inteqrir mübarizə SLS epidemiyalarını azaltmağa kömək edə bilər. (Grabowski,2024).

Məqsəd

Problemin aktuallığı və əlaqəli tədqiqatlar.

Qida təhlukəsizliyinin təmini çərçivəsində məhsuldarlığın artırılması ,ekologiyanın çirklənməsinin qarşısının alınması üçün kimyəvi gübrələrin istifadəsinin minimuma endirilməsi hal hazirda qarşıda duran prioritet məsələlərdəndir.Bu problemlərin həlli üçün aparılan tədqiqatlarla bitki stimulə edici bakteriyaların (PGPR) qiymətləndirilməsi, bitkinin məhsuldarlığını artıran bioloji gübrələrin araşdırılması vacib məsələlərdəndir. Ölkənin bir çox bölgələrində o cümlədən Qərb bölgəsində pomidor, badımcan və bibər kimi badımcançiçəklər fəsiləsinə mənsub bitkilər geniş ərazilərdə becərilir. Pomidor bitkisinin göbələk mənşəli xəstəliklərinin pomidorda böyük məhsul itkisinə səbəb olduğunu nəzərə alsaq,bioloji gübrələrin tətbiqinin olduqca böyük əhəmiyyət kəsb etdiyini deyə bilərik.Həmçinin bu gübrələrin ekologiyanın qorunmasında da rolu danılmazdır.Bu baxımdan tədqiqatımız lazımlı və aktualdır.

Metodlar

Tədqiqat 2024 cu ildə 20 aprel tarixlərində Azərbaycan Dövlət Aqrar Universitetinin Bitki klinikasında sınaq bitkiləri üzərində aparılıb . Hər bir bitki nümunəsi etiketlənərək qeydə alınib. Etiketdə xəstə bitkinin toplanma tarixi, yeri və bitkinin sortu göstərilmişdir. Bundan sonra pomidor, badımcan və bibər bitkilərində rast gəlinən fitopatogen mikroorqanizmlərin identifikasiyası və patogen testi aparılmışdır. Başlıca xəstəliklərə qarşı bir sıra (sortların davamlılığı, növbəli əkin dövriyyəsi, suvarma, və s.) aqrotexniki tədbirlərlə yanaşı müxtəlif kimyəvi siniflərə mənsub olan bir neçə fungisidlər də sınaqdan keçirilmişdir. Təcrübələr rendomizirə üsulu ilə 3 təkrardan ibarət olmaqla qoyulmuş, hər təkrarda 10 bitki hesabat altında olmuşdur. Təkrarların ölçüsü 35 10 m 2 -dir. Təcrübələrdən alınan statistik məlumatlar A.A Hilal VƏ S.2015) işlənmişdir

Pomidor yarpaqlarına mikrobial gübrə (1 ml / 10 L su) tətbiq edilmişdir. (Goswami M.və s., 2019.) 1-ci variant nəzarət olduğu üçün gübrə tətbiq edilməyib. 2-ci variantda mikrobial gübrə (1 ml / 10 L su) hazırlanaraqtətbiq edilib. Çiçəkləmə dövrünün başlanğıcında yarpaqlara çiləmə şəklində (1 ml bacillus subtilis /100 L su) mikrobial gübrə tətbiq edilib.

Məhlul hazırlanarkən xlorlu su istifadə edilməməlidir.Fungisid istifadəsi bakterial gübrə ilə eyni vaxtda verilməməlidir.Çiləmələr aparılarkən ultrabənövşəyi şüaların bakteriyaya zərərli təsir edə biləcəyi nəzərə alınaraq havanin günəşli olmamasına diqqət etmək lazımdır. (Чеботарь В.К. et al., 2016)

Bitkilərdə sepyarioz xəstəliyinə süni yoluxdurulma aparılmışdır.Mikrobial gübrə istifadəsi zamanı xəstəliklər zəif yayılmış,bitki daha sağlamdır.

Mikrobial gübrə tətbiqi (MGT) Bitkilərdə sepyarioz xəstəliyinin şiddətini 56 % azaltmış.bitkilərin boy atmasını təşviq etmişdir.Heç bir tətbiq istifadə edilməyən variantda bitkilərdə xəstəlik şiddəti kəskin şəkildə artmışdır.

Nəticə

Bu tədqiqatda əldə edilən məlumatlara əsasən belə nəticəyə gəlmək olar ki, Bacillus subtilis və Bacillus amyloliquefaciens bakteriyalarından ibarət mikro gübrə nəzarətə nisbətdə, kartof bitkisinin boy artımına ,yaşıl kütlənin və kökün çəkisinin artımına,kartof yumrularının çəkisinin artmasına və dolayısı ilə məhsuldarlığın artmasına müsbət təsir edir.

Cədvəl 1. Xəstəlik şiddəti.

Nəticələr	**Septorioz xəstəliyinin şiddəti**
Mikrobial gübrə tətbiqi (MGT)	35%
Nəzarət (N, gubrə verilmədən)	92%

Cədvəldəki nəticələrdən görə bilərik ki, Mikrobial gübrə tətbiqi (MGT) zamanı xəstəlik şiddəti kəskin aşağı enmiş ,bitkilər xəstəliklərdən kifayət qədər qorunmuşdur.Tətbiq zamanı Septorioz xəstəliyin şiddətinin isə 35% olduğu müəyyən edilmişdir .

Nəzarət (N, gubrə verilmədən) vriantında Septorioz xəstəliyin şiddətinin isə 92% müəyyən edilmişdir.Bu xəstəlik şiddəti çox kəskin olduğu üçün 20 gün ərzində bitkilərin tam qurumasına və məhv olmasına səbəb olmuşdur.

Burdan bu nəticəyə gəlmək olar ki ,standart gübrə ilə yanaşı mikrobial gübrə tətbiq edərək,pomidor yetişdiriciliyində qənaətbəxş nəticə almaq mümkündür. Mikrobial gübrələrin istifadəsinin genişlənməsi kimyəvi maddələrin tətbiqini əhəmiyyətli dərəcədə azaldıla bilər. Ətraf mühitin çirklənməsinin qarşısının alınmsı və davamlı kənd təsərrüfatının təmini baxımından mikrobial gübrə tətbiqinin olduqca faydalı olacağını düşünmək olar.

Ədəbiyyat

1. Goswami M., Deka S. Biosurfactant production by a rhizosphere bacteria Bacillus altitudinis MS16 and its promising emulsification and antifungal activity // Colloids Surf B Biointerfaces. 2019. V. 178. P. 285-296. DOI: 10.1016/j.colsurfb.2019.03.003
2. Sain, S.K.; Pandey, A.K. Biological Spectrum of Trichoderma harzianum Rifai Isolates to Control Fungal Diseases of Tomato (Solanum lycopersicon L.). Arch. Phytopathol. Plant Prot. 2016, 49, 507–521. [Google Scholar] [CrossRef]
3. https://RU2538157C1/ruMemmedova M.H., Cebrayılova Z.Q. Elektron tibb: formalashması və elmi-nezeri problemleri.- Bakı: “İnformasiya Texnologiyaları” nəshriyyatı, 2019, 350 səh.
4. Hilal, A.A. and Ghebrial, Eman W. 2015. Occurrence of late blight (Septoria apiicola Speg.) on celery (Apium graveolens L.) in Egypt. Egypt. J. Phytopathol., 43(1-2): 187-188.
5. Inouye, S.; Tsuruoka, T.; Watanabe, M.; Takeo, K.; Akao, M.; Nishiyama, Y. and Yamaguchi, H. 2000. Inhibitory effect of essential oils on apical growth of Aspergillus fumigatus by vapour contact. Mycoses, 43: 17-23.
6. Ismaeil, Faten H.M. and Bakry, K.H.A. 2005. Response of papaya plants to some chemical substances and yeast extract treatments. 3rd Scientific Conference. Prospects of Scientific Research in the area of Modern Agriculture, 129-150.

7. Jafari, N. and Hadavi, E. 2012a. Growth and essential oil yield of basil (Ocimum basilicum L.) as affected by foliar spray of citric acid and salicylic acid. Z. ArzneiGewurzpfl., 17: 80-83
8. Jafari, N. and Hadavi, E. 2012b. Growth and essential oil yield of dill (Anethum graveolens) as affected by foliar sprays of citric acid and malic acid. Acta Hort., 955: 287-290.
9. Kashyap, A.S. 2013. Studies on leaf spot of tomato caused by Septoria lycopersici Speg. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Dharwad University of Agricultural Sciences, Dharwad, India, Pages 1-69.
10. Grabowski, M. Tomato Leaf Spot Diseases|UMN Extension. Available online: https://extension.umn.edu/plant-diseases/tomato-leaf-spot-diseases (accessed on 2 December 2024).
11. George, H. How to Identify and Control Septoria Leaf Spot on Tomatoes. Gardner's Path 2021. Available online: https://gardenerspath.com/how-to/disease-and-pests/septoria-leaf-spot-tomatoes/#How-the-Disease-Spreads (accessed on 2 December 2024).

The effect of microbial fertilizer application (MGT) in the control of septoria disease

S.İ.Allahyarova[1], G.A.Ramazanova[2]*, G.F.Shirinova[3]

[1,2*] Azerbaijan State Agrarian University, Department of Plant Pathology,Department of Soil science and agrochemstry, Ganja, Azerbaijan
[3]Azerbaijan State Oil and Industry University, Department of Chemical Technology, Baku, Azerbaijan

[1] https://orcid.org/0009-0006-07620-490X,allahyarovasakina92@gmail.com
[2] PhD in biological sciences https://orcid.org/0000-0002-8155-9046, gunelramazanli0@gmail.com
[3] PhD in biological sciences, http://orcid.org/0009-0008-5128-605X, shirinligulnar@gmail.com

ABSTRACT

The research area is the Samukh district of the Republic of Azerbaijan. The study was conducted on test plants in the Laboratory of Plant Disease Diagnostics at Azerbaijan State Agricultural University. The experiment consisted of two variants: Control (C, without fertilizer) and Microbial Fertilizer Application (MFA). Tomato seedlings were planted in pots after applying a microbial fertilizer containing Bacillus subtilis and Bacillus amyloliquefaciens (1 mL/10 L water). At the beginning of the flowering stage, a foliar spray was applied at a ratio of 1 mL/100 L water. Observations and records were taken regarding disease incidence and severity. Compared to the control, the application of Bacillus subtilis and Bacillus amyloliquefaciens resulted in lower disease occurrence. The highest yield per plant was observed in the microbial fertilizer treatment. The pots were filled with pre-analyzed soil. This research holds significant importance in minimizing chemical pesticide usage and preventing environmental pollution. (Toro, et al 1997) Field experimental data indicated that the tested treatments, whether applied alone or in combination, have the potential to reduce the incidence of Septoria-induced disease in tomatoes. At the same time, biological control methods are also applied to reduce the spread of this disease, and an example of this is the use of preparations derived from fungi of the Trichoderma genus. When applying preparations derived from these microorganisms, biotic and abiotic factors must be taken into account. When these preparations are applied to the tomato plant, both yield increases and significant changes in the plant's visual appearance can be observed. The mentioned plant is of nutritional importance. Therefore, the use of such methods paves the way for increased productivity in the future. The application of microbial fertilizer (MFA) significantly reduced

disease severity, providing considerable protection against infections. The severity of Septoria leaf spot disease was determined to be 35% in the microbial fertilizer treatment, while in the control variant (C, without fertilizer), the disease severity was 92%. Due to this high disease severity, the plants in the control treatment completely wilted and died within 20 days.
These results suggest that integrating microbial fertilizers alongside standard fertilizers can enhance tomato production with satisfactory outcomes. The widespread use of microbial fertilizers could substantially reduce chemical pesticide applications. Considering the prevention of environmental pollution and the promotion of sustainable agriculture, microbial fertilizer application is expected to be highly beneficial.

Keywords: Microbial fertilizer application, Septoria disease, plant pathology, leaf spot, ecology.

Влияние применения микробиологического удобрения (МГУ) на контроль заболевания септориозом

С.И. Аллахьярова[1], Г.А. Рамазанова[2], Г.Ф. Ширинова[3]

[1,2] Азербайджанский Государственный Аграрный Университет, Кафедра фитопатологии, Кафедра почвоведения и агрохимии
[2]Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности “Химико-технологический факультет”

[1] https://orcid.org/0009-0006-07620-490X,allahyarovasakina92@gmail.com
[2] Кандидат биологических наук,https://orcid.org/0000-0002-8155-9046, gunelramazanli0@gmail.com
[3] Кандидат биологических наук, http://orcid.org/0009-0008-5128-605X, shirinligulnar@gmail.com

АННОТАЦИЯ

Исследовательская территория — это Самухский район Азербайджанской Республики. Наше исследование было проведено в лаборатории диагностики болезней растений Азербайджанского государственного аграрного университета на опытных растениях. Эксперимент был проведен в двух вариантах: Контроль (Н, без применения удобрений) и Применение микробиального удобрения (МГУ). Штильи помидоров были посажены в горшки после применения микробиального удобрения, состоящего из бактерий Bacillus subtilis и Bacillus amyloliquefaciens (1 мл / 10 л воды). В начале цветения микробиальное удобрение было применено в виде опрыскивания на листья в соотношении 1 мл / 100 л воды. Были проведены наблюдения за распространением и интенсивностью заболеваний, а также сделаны записи. При сравнении применения Bacillus subtilis и Bacillus amyloliquefaciens с контролем было зафиксировано меньшую степень заболеваний. Наибольший урожай был зафиксирован при использовании микробиального удобрения. Горшки были заполнены заранее проанализированным почвой. Наше исследование имеет большое значение с точки зрения предотвращения экологического загрязнения и минимизации применения химических препаратов.
Результаты проведенных исследований показали, что методы, применяемые отдельно или в комбинации, и которые были протестированы, обладают потенциалом для снижения вероятности распространения заболевания, вызванного Septoria, на растениях томата. Одновременно с этим для уменьшения распространения этого заболевания применяются методы биологической борьбы, и в качестве примера можно привести использование

препаратов, полученных из грибов рода Trichoderma. При применении препаратов, полученных из этих микроорганизмов, необходимо учитывать биотические и абиотические факторы. При применении этих препаратов на растении томата наблюдается как увеличение урожайности, так и значительные изменения во внешнем виде растения. Указанное растение является важным с точки зрения питания. Поэтому использование таких методов способствует увеличению урожайности в будущем.

При применении микробиального удобрения (МГУ) интенсивность заболевания значительно снизилась, растения были достаточно защищены от болезней. При применении было установлено, что интенсивность болезни септориоз составляет 35%. В варианте контроля (Н, без удобрений) интенсивность заболевания септориозом составила 92%. Так как интенсивность заболевания была очень высокой, это привело к полному высыханию и уничтожению растений в течение 20 дней. Из этого можно сделать вывод, что наряду с использованием стандартных удобрений, применение микробиальных удобрений может привести к удовлетворительным результатам в выращивании помидоров. Расширение использования микробиальных удобрений может значительно снизить применение химических веществ. С точки зрения предотвращения загрязнения окружающей среды и обеспечения устойчивого сельского хозяйства, применение микробиальных удобрений представляется крайне полезным.

Ключевые слова: применение микробиологического удобрения, септориоз, фитопатология, пятнистость листьев, экология.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1179

MONITORING OF THE RADIOECOLOGICAL SITUATION AND RISK ASSESSMENT OF RADIATION'S IMPACT ON HUMAN HEALTH AND FOOD SAFETY

Latifa Arif Kazimova
Azerbaijan State Oil and Industry University, Industry Safety and labour protection department, Baku, Azerbaijan
https://orcid.org/0000-0002-0254-1746, latifa.ismaylova@gmail.com

ABSTRACT
The analysis of radioecological monitoring data is conducted to determine statistically reliable generalized values of radionuclide specific activity parameters in environmental components for their subsequent use in radiation risk assessments.
The analysis is based on measurement data of radionuclide concentrations of both natural and anthropogenic origin in various environmental components (ground-level air, soil, water, and food products).
The presented article examines the study of environmental radiation background and the infiltration of radiation into the human body and food composition from various sources. Additionally, the article discusses the calculation of the amount of radiation that a human can be exposed to and proposes a risk assessment model based on the obtained data.
Annually, approximately 0.2 PBq of circulates within food products on Earth. Given the current global population of approximately 7.3 billion people, it is possible to estimate the approximate amount of in food products per capita per year. This value amounts to approximately 27 kBq/year, which is comparable to the annual intake limit of this isotope for an adult, set at 24 kBq/year.
An annual intake of 24 kBq of results in an internal radiation dose of 1 mSv/year for a reference individual. However, the actual dose from this radionuclide is known to be slightly below 0.2 mSv/year. This discrepancy is largely due to the fact that the actual daily potassium intake in a typical human diet is significantly lower than the estimates derived from integral calculations. Furthermore, in the event of excess intake, homeostatic mechanisms enable the rapid elimination of surplus potassium from the body.

Keywords: *radioecological monitoring, foods, body, human, environment.*

INTRODUCTION
The potential pathways of radiation exposure in the study area are identified, and data on the distribution of radionuclides in environmental components within the observation zone and the background (control) site are systematized.
The presented article examines the study of environmental radiation background and the infiltration of radiation into the human body and food composition from various sources. Additionally, the article discusses the calculation of the amount of radiation that a human can be exposed to and proposes a risk assessment model based on the obtained data.
Research Methodology. In the absence of monitoring data for certain environmental components, such as food products and biota, radionuclide concentrations in these components are estimated using mathematical modeling methods [Methodological Guidelines, 2014; Kryshev,

Sazykina, 1990; Nosov et al., 2010; Romanov, 1993; DV-98, 1999; Trachtenherz et al., 2004; Sazykina, 2000, 2003; Bulgakov et al., 2006; Fesenko et al., 2004; Avila, 2004; Avila et al., 2008; IAEA, 2001; McDonald, Harbaugh, 1988; Till, Grogan, 2008; UNSCEAR, 2011].

In the methodology for comprehensive assessment of the radioecological impact of radiation-hazardous facilities (RHF), special attention should be given to critical exposure pathways and key radionuclides that contribute the most to dose and radiation risk [5; 10].

Assessment of Population Radiation Doses.

In accordance with established approaches and current methodological guidelines, the calculation of effective radiation doses to the population is carried out as follows:

$$PDN_i = H_{ing,i} + H_{inh,i} + H_{ext,i} \quad (1)$$

Where:

PDN_i — effective radiation dose for the population,

$H_{ing,i}$ — dose from ingestion,

$H_{inh,i}$ — dose from inhalation,

$H_{ext,i}$ — external exposure dose.

The calculation of radionuclide concentrations in environmental components and local products, as well as the effective doses of internal and external exposure to the population, is performed in accordance with current methodological guidelines [Methodological Guidelines, 2014; PDV, 2012; SanPiN 2.6.1.2523-09, 2009], taking into account relevant publications [9; 10].

For calculating individual effective radiation doses to the population from the consumption of products grown in contaminated areas, the following expression can be used:

$$H_{ing.i} = \sum_{p=1}^{n} q_{i.p} \cdot R_p \cdot \varepsilon_{ing.i} \cdot B_p \quad (2)$$

Where:

$q_{i,p}$ – concentration of the i-th radionuclide in the p-th food product (Bq/kg);

R_p – annual consumption of the p-th food product (kg/year);

$\varepsilon_{ing,i}$ – dose coefficient for radionuclide ingestion (Sv/Bq);

B_p – coefficient accounting for radionuclide losses during culinary and technological processing of the p_{th} product.

The following primary pathways of radionuclide ingestion are considered: through the green parts of plants, fruit vegetables, potatoes and root crops, milk and meat, forest products, soil particles, and water [5-9].

The specific activity of the i-th radionuclide in plant products can be calculated as follows:

$$q_{i,p} = q_{i,p}^{np} + q_{i,p}^{r,p} \quad (3)$$

where:

$q_{i,p}^{np}$ – direct (non-root) intake of the radionuclide;

$q_{i,p}^{r,p}$ – root uptake of the radionuclide.

Direct uptake of radionuclides by plants due to continuous atmospheric deposition, assuming that 25% of the deposited activity is retained by plants, can be conservatively estimated using the formula:

$$q_{i,p}^{np} = \frac{0,25}{\rho_{a,g}} \cdot r_{i,p} \cdot C_{a,c} \cdot v \cdot t \quad (4)$$

where:

$\rho_{a,g}$ – above-ground biomass reserve of plants (kg/m²);

$r_{i,p}$ – ratio of the -th radionuclide concentration in the marketable part to the above-ground vegetative mass of the -th plant;

$C_{a,c}$ – average concentration of the -th radionuclide in the near-ground air layer considering resuspension during the plant vegetation period (Bq/m³);

v – deposition coefficient of radionuclides onto vegetation surface (m/s);

t – duration of the vegetation season (days).

When calculating the concentration of the i-th radionuclide in animal products, in addition to radionuclide intake through animal feed, it is also necessary to consider the ingestion of contaminated soil particles, particularly during spring grazing. To estimate intake through these pathways (indices 4 and 5), the following relationship can be used:

$$q_{i,p}^{p=4.5} = K_{a.i.p} \cdot \left(m_{feed} \cdot q_{feed} + m_{soil} \cdot \frac{C_{s.i}}{\rho_{past}} \right) \quad (5)$$

Where:

$K_{a,i,pK}$ is the transfer coefficient of the radionuclide from feed to livestock production (day/kg);

m_{feed} is the mass of consumed feed (kg/day);

q_{feed} is the concentration of the radionuclide in plant-based livestock feed (Bq/kg);

m_{soil} is the mass of soil ingested by animals during grazing (kg/day);

C_{si} is the surface contamination density of soil by the iii-th radionuclide (Bq/m²);

ρ_{past} is the characteristic mass of the soil layer (by default, 4, 5 cm) per unit area of pasture (kg/m²).

To calculate the individual dose of internal radiation exposure due to inhalation of radionuclides, $H_{inh,i}$ the following equation can be used [1]:

$$H_{inh,i} = \varepsilon_{inh.i} \cdot U_{inh} \cdot C_{air,s,i} \quad (6)$$

Where:

ε_{inh},is the dose conversion factor for the inhalation of the i-th radionuclide (Sv/Bq);

$C_{air,s,}$i is the average concentration of the radionuclide in air, accounting for resuspension (Bq/m³);

U_{inh} is the human respiratory rate (m³/year).

The calculation of the meteorological dilution factor as a function of distance from the source is performed using computational modules of varying complexity [9;10]. Reviews of such models can be found in the works of domestic authors Quseev &Belyaev (1991).

To calculate the radionuclide content in agricultural products, individual internal radiation doses from their consumption, internal exposure doses from inhaled radionuclides, and external exposure doses from soil surface contamination, it is recommended to use parameter values presented in works [9, 10].

The effective internal radiation dose for humans due to the consumption of products grown

at the boundary of an enterprise's sanitary protection zone can be calculated using the following equation:

$$H_{IG}^{a,r,j} = \sum_p A_{IG}^{a,r,p} \cdot F_p \cdot R_{IG}^{a,r,j} \quad (7)$$

Where:

$R_{IG}^{a,r,j}$ is the transfer coefficient from "intake–dose" for dietary (oral) intake of radionuclides rrr for the expected dose (effective or equivalent in various organs and tissues) in individuals of age group a, measured in Sv/Bq. Its values for effective dose calculations are provided in IAEA, 2014.

F_p represents the fraction of product p cultivated in the contamination zone and included in the diet of local residents or residents of other regions where locally produced food products are transported.

For conservative estimates, it is assumed that Fp=1. For certain food products, such as milk, leafy vegetables, fruits, and berries from individual farms, this is a fairly realistic assumption. The annual dietary intake of radionuclide r with product p for individuals of age group a is calculated under the assumption that all consumed products p are produced in the area of the emission source, measured in Bq/year.

$H_{inh,i}$, is calculated using equation (2.8). At the same time, the intensity of human respiration is taken as U_{inh} (23 m³/day, or 8400 m³/year). When performing calculations, tabulated dose conversion factors are used in accordance with NRB-99/2009.

Results and Discussion. *Management of Radioecological Safety of Nuclear and Radiation-Hazardous Facilities.*

A significant advantage of risk analysis methodology lies in its ability to transition from a vast array of radioecological monitoring data to unified integral indicators of environmental conditions. This approach enables the application of a comprehensive criterion for assessing radiation exposure at the stage of expert evaluation [1-5], as well as determining the magnitude of radiation risk.

Application of Risk Analysis

The risk analysis methodology can be employed to assess the integral radiation impact of an NRAF on humans and environmental components. The results of risk analysis facilitate the identification of radiation exposure factors, ranking of risks, rational organization of radiation monitoring, assessment of the potential consequences of hypothetical radiation accidents, and selection of the most effective protective measures to mitigate their negative impact and minimize radiation exposure levels in the examined territory [8-10].

Utilization of Risk Assessment Results

Risk assessment results are utilized in the decision-making process concerning the reduction of exposure or the substantiation of acceptable risk levels. Acceptable risk can be expressed through derivative operational parameters, such as permissible specific activities of radionuclides in environmental components. In the risk management process, ecological, economic, and social factors must also be taken into account.

Principles of Risk Management

Risk management is implemented based on fundamental principles of ensuring radiation safety, including regulation, control of stochastic risks, and optimization. The framework for risk management is guided by international regulatory standards, including SanPiN 2.6.1.2523-09

(Sanitary Regulations and Norms), ICRP (International Commission on Radiological Protection, 2007), and NCRP (National Council on Radiation Protection and Measurements, 2012).

This translation retains the academic tone and precision necessary for scientific and technical discourse. Let me know if you need further refinements or additional clarifications.

Unacceptable (Excessive) Risk Level

The level of unacceptable (excessive) risk is considered inadmissible regardless of the cost of mitigation measures or other circumstances. A lifetime risk in the range of **10^{-1} to 10^{-3}** is generally recognized as unacceptable for humans. The specific value depends on the exposure conditions.

For routine operational conditions involving anthropogenic ionizing radiation, it is typically assumed that the lifetime risk from annual radiation exposure should not exceed 10^{-3} for occupational personnel and 5×10^{-5} for the general population.

Negligible Risk Level

The level of negligible risk is so low that no special measures are required for its reduction. This risk level corresponds to an **annual radiation dose for an individual of less than 10 μSv/year, or 1% of the permissible dose limit**. The corresponding **lifetime risk level is less than 10^{-6}** SanPiN 2.6.1.2523−09, 2009. SanPiN 2.6.1.2523-09, 2009.

A risk level that falls **between the unacceptable and negligible thresholds** is considered **acceptable**, provided it adheres to the **ALARA principle** (As Low As Reasonably Achievable), which mandates maintaining radiation exposure levels as low as reasonably practicable.

Risk Assessment and Management Considerations.

It is important to note that risks satisfying the ALARA principle may vary depending on the specific radiation situation and economic conditions. Risks that fall below the unacceptable threshold but do not comply with the ALARA principle are, in most cases, not considered **acceptable**. However, radiation risk management does not aim to reduce risk to a negligible level.

The primary objectives of risk assessment include providing relevant authorities and decision-makers with:

- **Objective information** on radiation risk levels associated with environmental radioactive contamination in the given area;
- **Data on the most significant pathways of radiation exposure**;
- **Well-founded recommendations** for optimizing environmental radiation monitoring regulations;
- **Justified recommendations** for assessing the acceptability of risk levels or the necessity of risk reduction.

Determination of Radiation Risk and Uncertainty Analysis

The **level of radiation risk** is determined based on **aggregated data** from **radioecological monitoring** of natural environmental components within the observation zone of **radiation-hazardous facilities (YROO)** and **model-based calculations**. In addition to assessing the **risk for the general population**, it is recommended to determine **risk levels for critical groups** that experience the **highest radiation exposure** via specific exposure pathways from the given radiation source.

Conclusion

For uncertainty analysis in risk assessment, statistical tolerance intervals are employed. If the upper bounds of these intervals exceed the acceptable risk level, the risk is further analyzed

considering the spatial heterogeneity and temporal variability of radionuclide distribution in environmental components.

Determination of Approximate Risk Levels in the Initial Stage of Analysis

To avoid underestimating the degree of radiation hazard, the preliminary risk assessment should generally be based on the reasonably justified maximum exposure. As a measure of the specific activity concentration of a radionuclide in an environmental component, it is recommended to use the 95% upper confidence limit (UCL) of the mean over the averaging period (typically one year) or the 95th percentile when the statistical distribution type is unknown.

According to [10], the background specific activity of a radionuclide in an environmental component is defined as its statistically significant maximum concentration observed in a background area, which is not exceeded in 5% of cases. Meanwhile, the mean specific activity of a radionuclide in environmental components within the observation zone (or the 50th percentile, if the statistical distribution type is unknown) is applied when the analysis aims to assess the main trend.

To assess the impact of radiation on human health and food safety in radiation-hazardous areas, radiation background monitoring of the territory must be conducted. The radiation doses that individuals may be exposed to should be calculated using the proposed formulas (1, 2, 4, 6). Additionally, to determine the suitability of food for consumption in the area, soil and vegetation samples should be collected, and their radiation exposure should be evaluated based on the proposed formulas (3, 5, 7). These indicators can then be incorporated into the risk assessment matrix, facilitating the identification of safe zones suitable for human health and consumption.

References

[1] Aliyev, L.A. (2004). Analysis of Radio Ecological Situation in Azerbaijan. In: Zaidi, M.K., Mustafaev, I. (eds) *Radiation Safety Problems in the Caspian Region.* NATO Science Series: IV: Earth and Environmental Sciences, vol. 41. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/1-4020-2378-2_37

[2] Aliyev, Ch.S., & Kazimova, L.A. (2022). Environmental assessment of soil contamination of the oil and gas industry zone. *Nauchnyj Zhurnal "Doklady NAN RK"*, (3), 78-91. https://doi.org/10.32014/2022.2518-1483.160

[3] Aliyev, Ch.S., & Kazimova, L.A. (2023). Reasons for the formation of radionuclides in the soil and radioecological conditions in the oil fields (in Absheron Peninsula). *Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geology*, **4(103),** 98-102. https://doi.org/10.17721/1728-2713.103.12

[4] Aliyev, Ch.S., & Kazimova, L.A. (2024). Assessment of a radioecological situation in Azerbaijan, based on spectral analyses of radionuclides. *Journal of Environmental Engineering and Science*, **19(1),** 1-56. https://www.icevirtuallibrary.com/toc/jenes/0/0

[5] Gonzalez, A.J. (2011). The Argentine Approach to Radiation Safety: Its Ethical Basis. *Science and Technology of Nuclear Installations*, **2011**, Article ID 910718, 15 p. http://www.hindawi.com/journals/stni/2011/910718/

[6] Hansson, S.O. (2007). Ethics and radiation protection. *Journal of Radiological Protection*, **27**, 147–156. https://doi.org/10.1088/0952-4746/27/2/002

[7] Kaneko, M. (2004). An Evolved System of Radiological Protection. *Proceedings of the 11th International Congress of the International Radiation Protection Association*, Madrid, Spain, 23rd-28th May.

[8] Lochard, J. (2012). Ethics and social values in the management of existing exposure situations: Early reflections. *Presentation at 14th European ALARA Network Workshop*, Sept. 4–6, Dublin, Ireland.

[8] http://www.cepn.asso.fr/en/publications/communications/104-ethics-and-social-values-in-the-management-of-existing-exposure-situations.html

[9] Линге, И.И., & Крышев, И.И. (Eds.). (2015). *Радиоэкологическая обстановка в регионах расположения предприятий Росатома.* Москва: САМ полиграфист, 296 с.

[10] IAEA, 2014. International Atomic Energy Agency. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. Vienna: IAEA.

Ətraf mühitin radioekoloji monitorinqi və radiasiyanın insan sağlamlığına və qida təhlükəsizliyinə təsir riskinin qiymətləndirilməsi

Latifa Arif Kazımova
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Sənaye təhlükəsizliyi və əmək mühafizəsi kafedrası, Bakı, Azərbaycan
https://orcid.org/0000-0002-0254-1746, latifa.ismaylova@gmail.com

XÜLASƏ

Təqdim olunan məqalədə ətraf mühitin radiasiya fonunun qiymətləndirilməsi və əldə olunan monitorinq məlumatlarından istifadə etməklə ərazidəki bitki örtüyünün, qida məhsullarının və torpağın radiasiya ilə çirklənmə səviyyəsinin müəyyənləşdirilməsinə həsr olunmuşdur. Bu məqsədlə radiasiya risklərinin qiymətləndirilməsi alqoritmi təklif olunmuşdur.

Tədqiqatın ilkin mərhələsində ərazinin monitorinqi aparılıb, daha sonra ətraf mühitin radiasiya fonu nəzərə alınmaqla əhalinin şüalanma səviyyəsinin hesablanması aparılmışdır. Mövcud radiasiya qəzaları və ya digər hallar üçün əhalinin ala biləcəyi şüalanma səviyyəsinin müəyyən olunması kriteriyaları da, məqalədə şərh olunub.

Aparılan hesablamalardan da, məlum olur ki, əhalinin aldığı şüalanma səviyyəsinin müəyyən olunması üçün təkcə xarici şüalanma (radiasiya fonunun monitorinqi) kifayət etmir. Belə ki, insan gün ərazində qəbul etdiyi qida məhsulları, su ilə də daxili şüalanmaya məruz qala bilər.

Ümumiyyətlə, bizdən öncəki tədqiqatçıların da, işlərində qeyd olunur ki, daxili şüalanma qida ilə məruz qalma riski olduqca yüksəkdir və xarici şüalanmadan daha təhlükəlidir. Deməli, tədqiqatımızln növbəti əsas mərhələlərində biri qida məhsulları ilə əhalinin şüalanmaya məruz qalma səviyyəsinin tədqiqi olmalıdır. Bu göründüyü kimi asan proses deyil.

Nəzərə almaq lazımdır ki, əhalinin əsas qida mənbəyi bitki və heyvan mənşəli məhsullardır. Bu səbəbdəb ərazidəki, biotun və torpağın şüalanma səviyyəsinin müəyyən edilməsi tələb olunacaqdır. Əlbəttə ki, belə bir tədqiqatın aparılması məqsədilə bizdən öncəki tədqiqatçıların əsərlərinə istinad olunmuşdur. Xüsusəndə, riyazi modelləşdirmə tətbiq olunmaqla radiasiya risklərinin qiymətləndirilmə modelinin hazırlanması mümkün olmuşdur.

İnsanın qəbul etdiyi şüalanma səviyyəsinin hesablanmasından fərqli olaraq burda udulan şüalanmanın hesablanması üçün daha kiçik zaman periodları (saat, gün) tələb olunurdu. Aparılan qiymətləndirmələr və hesablamalar nəticəsində mövcud radiasiya çirklənməsi səviyyəsində insanın radiasiya risklərinə məruz qalma səviyyəsini əks etdirən qiymətləndirilmə modeli məqalədə təklif olunmuşdur.

Açar sözlər: *radioekoloji monitorinq, qidalar, orqanizm, insan, ətraf mühit.*

Мониторинг радиоэкологической ситуации и оценка риска воздействия радиации на здоровье человека и безопасность пищевых продуктов

Латифа Ариф Казымова
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, кафедра промышленной безопасности и охраны труда, Баку, Азербайджан
https://orcid.org/0000-0002-0254-1746, latifa.ismaylova@gmail.com

АННОТАЦИЯ
Проведён анализ данных радиоэкологического мониторинга с целью определения статистически достоверных обобщённых значений удельной активности радионуклидов в компонентах окружающей среды для их последующего использования в оценках радиационного риска.
Анализ основан на данных измерений концентраций радионуклидов как природного, так и техногенного происхождения в различных компонентах окружающей среды (приземный воздух, почва, вода и пищевые продукты).
В представленной статье рассматривается исследование радиационного фона окружающей среды и проникновение радиации в организм человека и состав пищи из различных источников. Кроме того, обсуждается расчёт количества радиации, которому может подвергаться человек, и предлагается модель оценки риска на основе полученных данных.
Ежегодно около 0,2 ПБк циркулирует в пищевых продуктах на Земле. Учитывая текущее мировое население, составляющее примерно 7,3 миллиарда человек, можно оценить приблизительное количество радионуклидов в пищевых продуктах в расчёте на душу населения в год. Эта величина составляет примерно 27 кБк/год, что сопоставимо с установленным ежегодным пределом потребления этого изотопа для взрослого человека — 24 кБк/год.
Годовое поступление 24 кБк приводит к внутренней дозе облучения 1 мЗв/год для условного индивида. Однако фактическая доза от этого радионуклида, как известно, немного ниже — около 0,2 мЗв/год. Это расхождение в основном обусловлено тем, что фактическое суточное потребление калия с типичной человеческой диетой значительно ниже оценок, полученных по интегральным расчётам. Более того, в случае избыточного потребления, гомеостатические механизмы обеспечивают быстрое выведение избытка калия из организма.

Ключевые слова: *радиоэкологический мониторинг, пищевые продукты, организм, человек, окружающая среда*.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1187

ADVANTAGES OF USING APPLE POWDER AS A DIETARY FIBER IN BREAD PRODUCTION

[1]Najiba Shirinova, [2]Jafarli Yusifali, [3]Ravan Adilov
[1,3] Department of Chemical Technology, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan
[1,2] Azerbaijan Technical University, Department of "Chemical Technology, Recycling and Ecology", Baku, Azerbaijan
[1] Associate professor, http://orcid.org/0009-0009-7132-1526, najiba.shirinova@asoiu.edu.az
[2] Student, http://orcid.org/0009-0008-4451-1001, yusifali.cafarli.ha@student.aztu.az
[3] Master's student, http://orcid.org/0009-0008-5599-8855, ravan.adilov.Rauf.2024@asoiu.edu.az

ABSTRACT
The presented article is devoted to the effective use of dietary fiber. It is well known that in recent years people suffer from gastrointestinal, cardiovascular diseases, as well as excess weight associated with a sedentary lifestyle and the consumption of high-calorie foods. To prevent this, vitamins, dietary fiber, minerals, protein supplements and other biologically active compounds are widely used as additives in food production. In recent years, a large number of various food additives containing purified dietary fiber have been developed and produced. Given the various properties of soluble and insoluble dietary fiber, it seems interesting to create a composition of dietary fiber. In this regard, the development of a technology for its use, taking into account the composition of dietary fiber and the effect of individual types on the baking properties of flour, the quality of semi-finished and finished products is an urgent problem. To enrich newly released bakery products with a physiologically significant amount of dietary fiber, it is necessary to expand the range of bakery products. Considering the widespread consumption of bakery products by the country's population, the prospects for using apple powder as dietary fiber in the production of these products were investigated. Bread baked from high-quality wheat flour using the single-phase method was supplemented with various amounts of dietary fiber — apple powder. Apple powder was taken in amounts of 1%, 3%, 5%, and 7% of the flour weight. To accurately assess the effect of added dietary fiber on the dough and the finished product, a control sample — dough without additives — was also kneaded and baked. The recipe was developed and the dough was kneaded in laboratory conditions. After the kneaded dough had been kept for 60 minutes, it was kneaded again and kept for another 30 minutes. After the dough had risen completely, it was divided into two parts, rolled into sausages, and shaped. After keeping for the required time, it was baked in a laboratory oven at a temperature of 230°S for 25 minutes. After cooling the finished product, the quality indicators were determined. The results showed that the numerical values of quality indicators – specific volume, porosity and elastic deformation – of bread with the addition of dietary fiber increased compared to the control sample.
Based on the obtained results, it can be concluded that the use of various dietary fibers in the production of bakery products not only has a positive effect on human health, but also improves the quality indicators of the products. For this reason, the use of plant dietary fibers should be expanded

Keywords: *dietary fiber, apple powder, bakery products, specific volume, porosity, water absorption.*

Introduction

One of the main and important tasks of each state is the constant provision of the population with high-quality, safe and affordable food products, as well as the formation of principles of a healthy lifestyle, including healthy nutrition for all groups of the population [1]. In this regard, the complex processing of agricultural raw materials in the food and processing industry is of particular importance, including the processing of secondary resources, ensuring the release of food products with new properties through the use of food additives, as well as the creation of new food products, the use of which allows to reduce alimentary-dependent diseases, deficiency of vitamins, minerals, biologically active substances and nutritional deficiencies in the population. It should be taken into account that the population of our country has always widely used bakery products in their daily diet. To improve the nutrition of the population, it is of great importance to enrich these products with dietary fiber and expand the range of everyday products. Enriched with dietary fiber, such bakery products, which have a new taste and smell, good digestibility, and also a relatively low energy value, are useful for almost all categories of the population, regardless of age, physical activity and lifestyle characteristics.

In recent years, a large number of various food additives containing purified dietary fiber have been developed and produced. Given the various properties of soluble and insoluble dietary fiber, it seems interesting to create a composition of dietary fiber. In this regard, the development of a technology for its use, taking into account the composition of dietary fiber and the effect of individual types on the baking properties of flour, the quality of semi-finished and finished products, is an urgent problem. To enrich newly produced bakery products with a physiologically significant amount of dietary fiber, it is necessary to expand the range of bakery products. Given the growth in the widespread consumption of bread and bakery products made from premium wheat flour, it is important to expand the range of fortified bakery products based on this product [2].

Objective. The use of insoluble and soluble dietary fiber for effective use in baking technologies is also relevant from the point of view of achieving the combined effect of their physiological properties on the human body. Insoluble components of dietary fiber, which are not affected by bacterial enzymes in the human body, bind and retain water in the intestine. Due to their absorbable properties, these fibers stimulate intestinal motility and promote the removal of food residues from the body. The positive physiological effect of dietary fiber on the human body is not limited to the effects associated with the functioning of the digestive system. Insoluble dietary fiber also acts as enterosorbents, binding toxic substances and radionuclides and removing them from the body. Soluble dietary fiber interacts with substances in the human digestive system [3]. Some soluble dietary fiber can reduce blood cholesterol levels and regulate glucose levels. The most important physiological functions of soluble dietary fiber are associated with their prebiotic properties, which are associated with participation in the formation of a nutrient medium for the development of normal intestinal microflora, primarily bifidobacteria.

Main part

For this purpose, the task was to obtain products with new properties by using apple powder as dietary fiber in the production of bakery products. Fructose in apple powder protects the body when glucose is not absorbed by cells. Dietary fiber improves lipid metabolism and has a positive effect on the balance of intestinal microflora. This substance also accelerates the cleansing of the body from toxins and reduces the feeling of hunger. When entering the digestive system, this

powder does not undergo changes in the stomach and small intestine, but exhibits functional properties only in the large intestine, affecting the symbiotic flora, stimulating the growth and metabolic activity of bifidobacteria and lactobacilli. The purpose of using apple powder as dietary fiber is to maintain and develop the population of bifidobacteria, which should normally dominate other types of bacteria in the large intestine. Bifidobacteria have the ability to synthesize an enzyme that allows them to process fructooligosaccharides contained in apple powder as a metabolic substrate [4]. This does not require the introduction of microorganisms from outside, such as lactobacterin, bifidumbacterin, etc. There is no need to take probiotics.

How to take apple fiber. There are two ways to use apple fiber. The first way is to eat an apple every day. An average-aged person needs to consume 30-50 grams of dietary fiber per day. On average, if dietary fiber makes up 10% of the weight of an apple, then you should eat about 500 grams of apples per day. An average-sized apple contains about 5 grams of fiber. This means that to get your daily requirement, you need to eat about 10 apples per day. The average person cannot eat that many apples in a day. For this reason, including dietary fiber in your diet is considered a more promising method.

There are several options for taking apple fiber as a dietary supplement. Apple fiber can be consumed in powder form, adding it to porridge and other dishes. This way, you can consume your daily dose of plant fiber without eating a lot of fruits and vegetables. In addition to apples, there are several other plants that contain significant amounts of dietary fiber: beans, peas, barley, oats, nuts, almonds, olives, raspberries, and blackberries. Due to the fiber content, these plants are of almost high quality [5].

The fiber of these plants is more suitable for those who do not like the fiber of pears or apples. To obtain apple powder for use as dietary fiber, you can use the squeezed core or peel of apples.

Apple cores or apple peels are first squeezed again in thick filter paper to remove moisture. Then it is heated in a thermostat until completely dry. Apple peels can also be dried at normal room temperature. The completely dried product is ground into powder in a laboratory mill or coffee grinder. Powdered dietary fiber has the following characteristics (Table 1) [6].

Table 1. Nutritional value and chemical composition of apple powder

Indicators	Quantity	Norm **	Norm per 100g, in %	Norm in 100 kcal, in %	100% norm
Calorie content	400 kcal	1684 kcal	23,8%	6%	421 g
Carbohydrates	90 g	219 g	41,1%	10,3%	243 g
Food fiber	50 g	20 g	250%	62,5%	40 g
Macroelements					
Potassium, K	540 mg	2500 mg	21,6%	5,4%	463 mg
Calcium, Ca	80 mg	1000 mg	8%	2%	1250 mg
Microelements					
Iron, Fe	2 mg	18 mg	11,1%	2,8%	900 mg

**

The table shows the nutritional value (calories, proteins, fats, carbohydrates, vitamins and minerals) per 100 grams of edible portion.

The energy value of apple powder is 400 kcal. Apple powder is rich in vitamins and minerals. As can be seen from the table, it contains 21.6% potassium and 11.1% iron.
• Potassium is the main intracellular ion involved in the regulation of water, acid and electrolyte balance, as well as in the processes of conducting nerve impulses and regulating blood pressure.
• Iron is part of proteins with various functions, including enzymes. It is involved in the transport of electrons and oxygen, ensures the occurrence of oxidation-reduction reactions and the activation of peroxidation.
Deficiency of potassium and iron in the body leads to hypochromic anemia, myoglobin deficiency atony of skeletal muscles, increased fatigue, cardiomyopathy, atrophic gastritis.

Methods.
Adding dietary fiber to a bread recipe using high-quality wheat flour will affect the dough properties and, thus, change the properties of the finished product. The water absorption capacity of flour is characterized by the volume of water required to form the dough of the required consistency. It is necessary to measure and record the consistency of the dough when it is formed from flour and water with the addition of dietary fiber, and also to measure the consistency of the dough during processing and kneading. Dietary fiber, consisting of apple powder, was added to the dough in an amount of 1%, 3%, 5% and 7%. The control sample is a sample without the addition of dietary fiber. The effect of the recipe components on the rheological properties of the dough was assessed by the indices of water absorption, time of dough formation and stability, liquefaction and elasticity. The recipe is presented in the table (Table 2). For an accurate comparative study of the effect of dietary fiber on the properties of the dough, a control sample without the addition of dietary fiber was also taken (Tables 2, 3).

Table 2. Recipe for bread products from high-grade wheat flour

№	Raw material name	The amount of added raw materials based on the mass of flour, in %				
		Control	1	3	5	4
1.	Excellent wheat flour	100	100	100	100	100
2.	Pressed yeast	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
3.	Food salt	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
4.	Apple powder	-	1,0	3,0	5,0	7,0
5.	Water	Depending on the consistency of the dough				

The effect of the recipe components on the rheological properties of the dough was assessed based on the parameters of water absorption, dough formation time and stability, liquefaction and elasticity (Table 3).
The dough is mixed in a laboratory dough mixing machine for 5 minutes until a uniform consistency is obtained. The initial dough temperature is 29-30˚S. After this, the mixed dough is kept in a thermostat at a temperature of 30˚S for 90 minutes for fermentation. After 60 minutes of fermentation, the dough is mixed again. After fermentation is complete, the mass of the dough is determined and divided into two parts: 400 g and 200 g.

Table 3. Effect of apple powder on the rheological properties of dough

In % of flour weight	Characteristics of dough made from premium wheat flour with the addition of apple powder				
	Absorption capacity, in %	Dough formation time, min.	Sustainability, min.	Liquefaction, mm	Elasticity
Excellent wheat flour					
0	63,7	8,3	12	63	70
Premium wheat flour with apple powder added					
1	62,3	8,3	14,0	45,0	82,0
3	62,2	8,5	13,4	43,0	80,0
5	65,4	9,1	11,9	42,2	89,0
7	66,2	10,2	11,2	39,0	90,0

The divided parts are rolled into a round shape. Then the formed and cylindrical logs are stored at a temperature of 37-39 °S and a relative humidity of 75-80% until complete fermentation. After this, the prepared dough is baked at a temperature of 230°S for 25 minutes. The baked bread is stored until it cools to 20–23°S.

The quality indicators of bread prepared with the addition of apple powder were determined using a single-phase dough kneading method (Table 4).

Table 4. Quality indicators of bread baked from premium wheat flour with the addition of apple powder

№	Indicators	Amount of apple powder incorporated				
		Control	1%	3%	5%	7%
1	Humidity, in %	40,0	40,8	41,6	42,2	42,2
2	Acidity, degree	1,4	1,4	1,8	1,4	1,2
3	Specific volume, sm^3/g	2,7	3,2	3,3	3,0	2,3
4	Change in specific volume relative to control, in %	-	+18,5	+22,2	+11,1	-17,3
5	Porosity, in %	75,0	79,7	80,5	78,0	74,0
6	Change in porosity relative to control, in %	-	+6,2	+7,3	+4,0	-1,3
7	Form durability, H/D	0,45	0,48	0,50	0,48	0,48
8	Change in shape stability compared to control, in %	-	+6,6	+11,1	+6,6	+6,6
9	Elastic deformation, $h_{elas.}$, mm	21,6	28,7	37,5	24,3	17,6
	Change in elastic deformation relative to control, in %	-	+32,9	+73,6	+12,5	-22,7

The data in the table show that adding apple powder in different doses affects the quality of bread baked from high-quality wheat flour. This effect also depends on the amount of added apple powder. Thus, when adding apple powder in an amount of 1-5% of the flour weight, the specific volume of bread increased by 11-22%, porosity by 4-7%, and shape stability by 6.6-11.1%

compared to the control sample. At the same time, the specific volume decreased by 17%, porosity by 1%, and elastic deformation by 23% compared to the control sample. Increasing the dose of apple powder to 7% of the flour weight did not improve the quality of bread. It can be concluded that the quality of bread was improved to the greatest extent by adding apple powder in an amount of 3% of the flour weight. At this dose, the specific volume increased by 22%, porosity by 7%, and the elastic deformation of the crumb compression increased by 74% compared to the control sample.

However, it is important to remember that, in addition to the benefits, excess fiber can also be harmful. Despite the benefits, consuming dietary fiber in unlimited quantities can lead to the following complications: diarrhea; pain, swelling, excessive gas formation, deterioration in the absorption of important microelements in the intestines. Constipation may occur with insufficient water consumption. Apples are considered the leader among fruits in terms of the amount of fiber they contain. Many dietary supplements with fiber are made from apple raw materials. However, when using such herbal supplements, it is recommended to carefully read the instructions and use the recommended dosage. This method can help cleanse the body and improve bowel function.

Conclusion

1. Thus, adding dietary fiber - apple powder to the dough of bread made from premium wheat flour had a positive effect on the rheological properties of the dough prepared using a single-phase method.
2. It was found that the best results were obtained by adding dietary fiber in different quantities, at a rate of 3% of the consumed flour.
3. When adding apple powder to the dough in an amount of 3% of the flour content, the specific volume, porosity and elastic deformation of the baked product increased compared to the control product without fiber.

References

[1]. Nevzorov V. N., Matskevich I. V. & Kokh Zh. A. (2024). Production technology of wheat bread with biologically active additives from vegetable raw material. Polzunovskiy vestnik. (3), 105-110. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2024.03.015. EDN: https://elibrary.ru/GBHOCP.

[2]. N.G. Batura, N.N. Tipsina, I.A. Chaplygina. The development of bread technology using crushed grain of wheat and rye. Food technology. DOI: 10.36718/1819-4036-2019-11-133-137

[3]. Alekhina, N. N. 2021. Development of a functional bread technology based on a grain baking mixture. Vestnik of MSTU, 24(3), pp. 245–258. (In Russ.) DOI: https://doi.org/10.21443/1560-9278-2021-24-3-245-258.

[4]. Lukin, A.A., Betz, Yu.A. Naumova, N.L. (2021). About the possibility of using apple powder, obtained by freeze drying, in a meat product formulation. Polzunovskiy vestnik, 1, 84–90. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.01.011

[5]. Anna E. Kovaleva, Elvira A. Pyanikova, Ekaterina I. Bykovskaya, Elena V. Ovchinnikova. The effect of apple powder on the consumption of crispbread. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 122–130. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-4-122-130 © 2019,

ÇÖRƏK-BULKA İSTEHSALINDA ALMA TOZUNDAN QİDA LİFİ KİMİ İSTİFADƏNİN ÜSTÜNLÜKLƏRİ

Nəcibə Şirinova[1], Cəfərli Yusifəli[2], Rəvan Ədilov[3]
[1,3] Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kimya texnologiya fakültəsi, Bakı, Azərbaycan
[1,2] Azərbaycan Texniki Universiteti, "Kimya texnologiya, təkrar emal və ekologiya" kafedrası,
[1] Dosent, http://orcid.org/0009-0009-7132-1526, najiba.shirinova@asoiu.edu.az
[1] Tələbə, http://orcid.org/0009-0008-4451-1001, yusifali.cafarli.ha@student.aztu.az
[1] Magistr, http://orcid.org/0009-0008-5599-8855, Ravanşadilov.Rauf.2024@asoiu.edu.az

XÜLASƏ
Təqdim olunan məqalə qida liflərindən səmərəli istifadəyə həsr olunmuşdur. Hamıya məlumdur ki, son illər insanlar arasında oturaq həyat və çox kalorili qida qəbulu ilə əlaqəli mədə-bağırsaq, ürək-damar xəstəlikləri və ağır çəkidən əziyyət çəkirlər. Bunun qarşısını almaq qida məhsullarının istehsalında əlavələr kimi vitamin, qida lifləri, mineral maddələr, zülali əlavələr və digər bioloji aktiv birləşmələrdən geniş istifadə edilir. Son illərdə təmizlənmiş qida lifi olan geniş çeşiddə qida əlavələri hazırlanmış və istehsal edilmişdir. Həll olunan və həll olunmayan pəhriz lifinin müxtəlif xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq, pəhriz lifindən kompozisiya yaratmaq maraqlı görünür. Bu baxımdan, pəhriz liflərinin tərkibini və ayrı-ayrı növlərinin unun çörəkçilik xassələrinə, yarımfabrikatların və hazır məhsulların keyfiyyətinə təsirini nəzərə alaraq onun tətbiqi texnologiyasını hazırlamaq günün aktual məsələsidir. Yeni istehsal ediləcək çörək məhsullarını fizioloji əhəmiyyətli miqdarda qida lifi ilə zənginləşdirmək üçün çörək məhsullarının çeşidinin genişləndirilməsi lazımdır Ölkə əhalisinin çörək-bulka məmulatlarından geniş istifadəsini nəzərə alaraq bu məhsulların istehsalında qida lifi kimi alma tozundan istifadənin perspektivləri araşdırılmışdır.
Birfazalı üsulla əla növ buğda unundan bişirilən çörəyə müxtəlif miqdarda qida lifi-alma tozu əlavə edilmişdir. Unun kütləsinə nəzərən alma toza 1%, 3%, 5% və 7% götürülmüşdür. Əlavə olunan qida lifinin xəmirə və hazır məmulata təsirinin dəqiq qiymətləndirilməsi üçün kontrol nümunə-əlavəsiz xəmir də yoğrularaq bişirilmişdir.
Reseptura tərtib olunmuş və laboratoriya şəraitində xəmir yoğrulmuşdur. Yoğrulmuş xəmir 60 dəqiqə saxlandıqdan sonra təkrar yoğrulmuş və əlavə olaraq daha 30 dəqiqə saxlanmışdır. Xəmir tam qıcqırdıqdan sonra iki hissəyə bölünmüş, kündələnmiş və formalaşdırılmışdır. Lazımı müddətdə saxlanıldıqdan sonra laboratoriya sobasında 2300S-də 25 dəqiqə ərzində bişirilmişdir. Hazır məmulat soyudulduqdan sonra keyfiyyət göstəriciləri təyin edilmişdir. Alınan nəticələrdən məlum olmuşdur ki, kontrol nümunə ilə müqayisədə qida lifi əlavə edilmiş çörəyin keyfiyyət göstəricilər-xüsusi həcmi, məsaməliliyi və elastik deformasiyasının ədədi qiymətləri yüksəlmişdir. Bu nəticələrə əsaslanaraq belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, müxtəlif qida liflərinin çörək-bulka məmulatları istehsalında tətbiqi insanların sağlamlığına müsbət təsir etməklə yanaşı, hazırlanan məmulatların keyfiyyət göstəricilərini də yüksəltmişdir. Bu səbəbdən bitki əsaslı qida liflərindən istifadə genişləndirilməlidir.
Açar sözlər: *qida lifləri, alma tozu, çörək-bulka məmulatları, xüsusi həcm, məsaməlilik, suudma xassəsi.*

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЯБЛОЧНОГО ПОРОШКА В КАЧЕСТВЕ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН В ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБА

[1]Нажиба Ширинова, [2]Юсифали Джафарли, [3]Раван Адилов
[1,3] Кафедра химических технологий, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан
[1,2] Азербайджанский технический университет, кафедра «Химическая технология, переработка и экология», Баку, Азербайджан
[1] Доцент, http://orcid.org/0009-0009-7132-1526, najiba.shirinova@asoiu.edu.az
[2] Студент, http://orcid.org/0009-0008-4451-1001, yusifali.cafarli.ha@student.aztu.az
[3] Магистрант, http://orcid.org/0009-0008-5599-8855, ravan.adilov.Rauf.2024@asoiu.edu.az

АННОТАЦИЯ
Представленная статья посвящена эффективному использованию пищевых волокон. Известно, что в последние годы значительно возросло количество заболеваний желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой системы, а также случаев избыточного веса, что связано с малоподвижным образом жизни и потреблением высококалорийной пищи. С целью профилактики этих заболеваний в производстве пищевых продуктов широко применяются витамины, пищевые волокна, минеральные вещества, белковые добавки и другие биологически активные соединения. В последние годы разработано и производится большое количество различных пищевых добавок, содержащих очищенные пищевые волокна. Учитывая разнообразные свойства растворимых и нерастворимых пищевых волокон, представляет интерес создание их композиций. В этой связи актуальной задачей является разработка технологии использования пищевых волокон с учётом их состава и влияния отдельных видов волокон на хлебопекарные свойства муки, а также качество полуфабрикатов и готовых изделий.
Для обогащения выпускаемых хлебобулочных изделий физиологически значимым количеством пищевых волокон необходимо расширить их ассортимент. Учитывая широкое потребление хлебобулочных изделий населением страны, в данной работе исследуются перспективы использования яблочного порошка в качестве источника пищевых волокон при их производстве.
Хлеб, приготовленный из высококачественной пшеничной муки однофазным способом, дополнялся различными количествами яблочного порошка (в количестве 1%, 3%, 5% и 7% от массы муки). Для точной оценки влияния добавленных волокон на тесто и готовое изделие также был приготовлен контрольный образец без добавок. Рецептура была разработана, тесто замешивалось в лабораторных условиях. После первичного брожения в течение 60 минут тесто повторно вымешивалось и оставлялось ещё на 30 минут. После полного подъема теста оно делилось на две части, формовалось и выдерживалось необходимое время. Выпечка осуществлялась в лабораторной печи при температуре 230°C в течение 25 минут. После охлаждения готовой продукции определялись её качественные показатели.
Результаты показали, что численные значения таких показателей качества, как удельный объём, пористость и упругая деформация, в хлебе с добавлением яблочного порошка превышали значения контрольного образца.
На основании полученных данных можно заключить, что использование различных пищевых волокон при производстве хлебобулочных изделий не только положительно влияет на здоровье человека, но и способствует улучшению качества продукции. В связи с этим использование растительных пищевых волокон следует расширять.

Ключевые слова: *пищевые волокна, яблочный порошок, хлебобулочные изделия, удельный объем, пористость, водопоглощение*.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1195

BÖYÜK QAFQAZIN CƏNUB YAMACI EKOSISTEMLƏRININ ƏTRAF MÜHITDƏ EKOLOJI ROLU

Hüseynova Gülçöhrə Ağahüseyn
Az ETN -nin Torpaqşünaslıq və aqrokimya institutu, Bakı, Azərbaycan
[1] b.ü.f.e.d. dosent, http://orcid.org/0009-0009-0991-7839, huseynovagulcohre88@gmail.com

XÜLASƏ
Böyük Qafqazın Cənub yamacının meşələri dağlıq landşaftın əsas komponenti hesab olunur. Dağ meşələri təbiətin mühavizəsində böyük rol oynayır. Qəbələ rayonun hidroloji rejimi, məhz bu meşələrin vəziyyətindən və su tənzimedici funkisiyasından asılıdır. Torpağın və suyun mühavizəsində bitki örtüyünün, xüsusilə meşələrin rolu əvəzedilməzdir. Meşə bitkiliyi bütün həyatı boyu bitdiyi torpaqla sıx əlaqədardır. Meşədə bitən ağaç və kol cinslərinin kök sistemi torpağın su rejiminə təsir edir. Torpaq örtüyü meşəçilikdə ağac cinslərin biokimyəvi proseslərinin təsiri ilə qarşılıqlı ekoloji şərait yaradır. Bitki örtüyünün torpaqəmələgəlmə prosesində rolu oldukca böyükdür.

Açar sözlər: *bitki, meşə, torpaq, dağlıq, su, ətraf mühit.*

GİRİŞ
Geoloji quruluşun və torpaqəmələgətirən süxurların Böyük Qafqazın Cənub yamacında torpaq örtüyünün formalaşmasında rolu haqqında əvvəlki bölmələrdə ətraflı məlumat verilmişdir. Yağıntıların kifayət qədər düşdüyü şərait qonur dağ-meşə torpaqları üzərində fıstıq, fıstıq-vələs qarışıqlı mezofil meşələrin formalaşmasına səbəb olmuşdur. Meşələrin aşağı qurşağında yağıntıların nisbətən azalması və baxarlanmanın bir qədər artması ilə qəhvəyi torpaqlar üzərində kserofil palıd və kolluqların yayılmasına səbəb olan su rejimi dövranı əmələ gəlmişdir. İnsanın təsərrüfat fəaliyyəti nəticəsində meşələrin qırılması, meşə talalarının yaranmasına səbəb olmuşdur[1].

Otlaq yerlərinə çevrilməsi və mal-qaranın otarılması dağ zonasında torpaqəmələgəlmə prosesinin istiqamətini dəyişərək, bir sıra mənfi proseslərin, o cümlədən eroziyanın inkişafına, sellərin təkrarlığının artmasına gətirib çıxarmışdır. Dağ kəndlərin ətrafında meşələrin hədsiz miqdarda qırılması nəticəində güçlü antropogen eroziya prosesləri güclənmişdir. Böyük Qafqazın Cənub yamacının meşələrinin tədqiqatları çöl -tədiqatlar nəticəsində araşdırmalar aparılmışdır.

Məqsəd
Problemin aktuallığı və əlaqəli tədqiqatlar
Böyük Qafqazın Cənub Yamacında yayılmış meşələrin Qəbələ rayonu üzrə ümumi sahəsi 51085 min hektar təşkil edir. Burada dəniz səthindən 600(900-1000) metr yüksəklikdə palıd və palıd vələs meşələrini fıstıq meşələri əvəz edir. Bu yüksəklikdə fıstıq meşələri yüksək doluluqlu məhsulda (I-II bonitetli) meşələr hesab olunur [2]. Dəniz səviyyəsindən hündürlük artıqca, yəni 1700-2000 m yükssəklikdə fıstıq meşələri seyrək şərq palıdı meşələrinə qarışır. Dağ -meşə qurşağının yuxarı sərhəddində rütubətli və meyilli sahələrdə ağcaqayın və qarağac meşələrinə təadüf olunur.

Antropogen amillərin təsiri altında palıd meşəliyinin qismən qırılması, həmin ərazilərdə palıd-vələs qarışıq meşəliyinin yaranmasına səbəb olmuşdur. Orta dağ-meşə qurşağında isə vələs-fıstıq qarışıq meşəliyi inkişaf etmişdir.

Böyük Qafqazın Cənub yamacı landşaft kompleksləri, təbiət komplekslərində dəyişmələrin qeydə alınması, onların məhsuldarlıq imkanları üçün materiallarının toplanmaşdır [2-3].
Regionun meşə təsərrüfatları ərazisində meşə ilə örtülü sahə 218047 hektar (cədvəl 1), qoruqların ərazisində isə 30438 ha təşkil edir. Bu regionun ümumi ərazisinin 28,3 faizidir (meşəlik faizi). Ən yüksək meşəlik faizi Oğuz rayonunun payına düşür. (37,6%).

Cədvəl 1. Böyük Qafqazın cənub yamacının meşə təsərrüfatının ağac cinsləri.

Meşə təsərrüfatı	Ustünlük təşkil edən ağac cinsi, ha-la				Digər ağac cinsləri	Meşə ilə örtülü sahə	Rayonun meşəlik faizi
	Fıstıq	Palıd	Vələs	Cəmi			
Şəki	14175	5512	10349	30036	6724	36760	17,01
Oğuz	14150	11443	3807	29400	2503	31903	37,6
Qəbələ	15558	8714	8583	32855	12623	45478	23,01

Böyük Qafqazın cənub yamacının dağlıq hissəsində əsasən fıstıq (85,6 min ha), palıd (45,6 min ha) və vələs (45,8 min ha) meşələri yayılmışdır. (81%). Digər ağac cinslərindən ibarət meşəliklər (ağcaqayın, qarağac, tozağac, qoz, şabalıd, dəmirqara, cökə, qaraçöhrə, Qafqaz xurması) və süni ağaclıqlar cəmi 19% təşkil edir. Filizçay (Balakənçay) hövzəsində dəniz səthindən 800-1000 m yüksəklikdə qayalı aşırımlarda və dik çılpaq qayalarda 10 hektara yaxın sahədə qarmaqvarı şam ağacları bitir.

Meşələrin intensiv olaraq qırılması rayon ərazisində meşə altından çıxmış torpaqların sahəsinin artmasına şərait yaradır. Meşə altından çıxmış torpaqlar əsasən kənd təsərrüfatı məqsədilə, otlaq və biçənəklər kimi istifadə olunur. Dövrümüzdə antropogen təsirlərin artması nəticəsində və insanın təssərrüfat fəaliyyətinin genişlənməsinə görə bir zamanlar meşə olmuş ərazilərin torpaqlarında bozqırlaşma prosesi baş vermişdir. Böyük Qafqazın Cənub yamacının Oğuz rayonunda da müşahidə olunur [3-4]. Belə ki, müxtəlif antropogen və ekoloji amillərin təsiri nəticəsində ərazidə olan meşə altından çıxmış torpaqlar deqredasiyaya və müxtəlif eroziyalara məruz qalır. Meşə altından çıxmış torpaqlarda əsasən kənd təsərrüfatı məhsulları yetişdirilir ki, bunlara dənlilər və dənli-paxlalı bitkilər, müxtəlif buğda növləri, tütün, kartof, tərəvəz, bostan bitkiləri və digər bitkilər aiddir. Bu bitkilərin məhsuldarlığının yüksək və keyfiyyətli olması üçün meşə altından çıxmış torpaqların antropogen təsirlərdən mühafizə etmək vacibdir.

Cədvəl 2. Oğuz rayonu kənd təsərrüfatı bitkilərinin əkin sahəsi, ha

Kənd təsərrüfatı bitkilərinin əkin sahəsi, ha	2020	2021	2022
Dənlilər və dənli bitkilər	16434	16687	16600
Tütün	269	220	67
Payızlıq və yazlıq buğda	11970	12057	11283
Dən üçün günəbaxan	-	-	-
Kartof	293	298	351
Tərəvəz	319	297	276
Bostan məhsulları	6	2	5
Meyvə və giləmeyvə	5849	6053	6229
Üzüm	31	31	31

Cədvəldə Oğuz rayonunun kənd təsərrüfatı bitkilərinin əkildiyi əkin sahələrinin sahələri verilmişdir. Cədvəldən göründüyü kimi rayon ərazisində yerləşən təsərrüfat əhəmiyyətli sahələrdə dənli və paxlalı bitkilər, yazlıq, payızlıq buğda, kartof, tərəvəz məhsulları, meyvə və giləmeyvələr, bostan məhsulları və üzüm bağları yetişdirilir. İllər ərzində kartof, meyvə və giləmeyvə əkilən sahələr artmış, digər məhsulların əkildiyi sahələr nisbətən azalmışdır. Oğuz rayonunda bu sahələrin münbitliyinin və strukturunun qorunması məqsədilə bir sıra tədbirlər həyata keçirilir. Dağ - əkinçilik zonasının torpaqları kənd təsərrüfatı məqsədilə geniş istifadə olunduğuna görə burada eroziya prosesləri intensiv yayılıb.

Nəticə

Böyük Qafqazın Cənub yamacı landşaft komplekslərində aparılmış tədqiqatlar nəticəsində yayılmış meşələrin yuxarı və aşağı sərhədinin hansı dəyişikliklərə uğramasını səbəbləri aşkar olunmuşdur. Meşənin aşağı sərhədi hər zaman antropogen təsirlərə məruz qalmışdır. Vaxtıilə ərazidə yayılmış dağ-meşə torpaqlarında alcaqboylu palıd meşəsi və qismən vələs-palıd meşələri yayılmışdır. Regionda yayılmış meşələrin torpaqqoruyucu və su mənbəyinin mühafizəedici əhəmiyyəti vardır. Bu meşələrin müəyyən hissələri insanlar tərəfindən qırılmış və yerində kənd təsərrüfatı bitkiləri becerilmişdir. Böyük Qafqazın Cənub yamacı landşaft komplekslərinin düz və dağ ətəyi hissələrində kənd təsərrüfatını bitkilərinin vegatasiyya dövrünün başa catdırılması üçün münasib olduğuna görə meşəaltından cıxmış torpaqlarda əkin sahələri genişlənmişdir. Bununla əlaqədar olaraq, bir tərəfdən insanları meşənin inkişafı maraqlandırır, digər tərəfdən isə kənd təsərüffatı bitkilərinin becərilməsi məsələsi gündəmdə qalır. Ərazidəki torpaq örtüyünü eroziyadan qorumaq, eroziya prosesinin qarşısını almaq, kənd təsərrüfatı bitkilərinin məhsuldarlığını sabit saxlamaq, torpaqların qorunmasını təmin etmək məqsədilə təsərrüfat sahələrini düzgün yaratmalı və bir sıra tədbirlər həyata keçirilməlidir.

Ədəbiyyat

[1] Məммədov Q.Ş. Azərbaycan torpaqlarının ekoloji qiymətləndirilməsi. Bakı, Elm, 1998, 281s.
[2]. Məmmədov Q.Ş., Xəlilov M.Y. Azərbaycan meşələri. Bakı: Elm, 2002.472 s.
[3]. Məmmədov Q., Cəfərov A., Oruclu A. Torpaqların bonitirovkası. Bakı-2015.səh 217.
[4] .Babayev F.Ə. Bitkilər aləminin mühafizəsi. Bakı -2005. 214 səh.
[5] Hüseynova G.A. Böyük Qafqazın Cənub yamacının meşə torpaqlarının ekoloji qiymətləndirilməsi. biol.elml.namiz.alimlik dərəcəsi almaq üçün dis-nin avtoreferatı, Bakı, 2007, 19 s.

ECOLOGİCAL ROLE OF ECOSYSTEMS OF THE SOUTHERN SLOPE OF THE GREATER CAUCASUS İN THE ENVİRONMENT.

Dr. Associate Professor Huseynova Gulchohra
Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku.
email: huseynovagulcohre88@gmail.com
Orcide code: https://orcid.org/0009-0009-0991-7839

ABSTRACT

The forests of the southern slope of the Greater Caucasus are considered the main component of the mountain landscape. Mountain forests play an important role in the environment. The hydrological regime of mountain regions depends on the condition of these forests and their water regulating function. The role of vegetation, especially forests, in soil and water protection is irreplaceable.

Forest vegetation is closely related to the soil on which it grows throughout its life. The small system of tree and shrub species ending in the forest affects the water regime of the soil. Soil creates disturbed ecological conditions due to the impact of biochemical processes of tree species in domestic forestry. The role of vegetation in the process of land reclamation is very large. The role of plants in the small biological cycle of matter and energy, in providing the top layer of the soil with organic matter, and in enriching the soil with nutrients is irreplaceable.

The southern slopes of the Greater Caucasus are rich in diversity and biodiversity. The forests spread here differ according to their natural and historical structure.

The plant engenders a metabolic relationship between the human and animal realms as well as the natural environment. The fertility of the soil, which determines the abundance of humus and other nutrients, is primarily sourced from plants. Consequently, the soils developed under varying plant formations exhibit notable disparities. Moreover, the physical and biological attributes of the soil, notably the quantity of humus, are contingent upon the botanical composition and density of plants. S.A. Zakharov classifies plants into three categories based on their contribution to soil formation: arboreal plants, shrubs and semi-shrubs, and herbaceous plants.

The total area of forests spread on the Southern Slope of the Greater Caucasus in Gabala region is 51,085 thousand hectares. Here, at an altitude of 600 (900-1000) meters above the sea level, oak and oak forests are replaced by beech forests. At this altitude, beech forests are considered forests of high density yield (I-II bonita). Above the sea level, i.e. at 1700-2000 m altitude, beech forests mix with sparse eastern oak forests. At the upper border of the mountain-forest belt, it is common to birch and elm forests in humid and sloping areas.

Keywords: production in forestry; forest ecology, region

ECOLOGICAL ROLE OF ECOSYSTEMS OF THE SOUTHERN SLOPE OF THE GREATER CAUCASUS IN THE ENVIRONMENT

Гусейнова Гульчохра Агагусейн, Доцент
Институт почвоведения и агрохимии Министерства науки и образования Азербайджанской Республики, Баку.
email: huseynovagulcohre88@gmail.com
Orcide code: https://orcid.org/0009-0009-0991-7839

РЕЗЮМЕ

Антропогенные факторы являются одним из факторов, вызывающих сокращение объёмов плодородных земель в современное время. Влияние антропогенных факторов подразумевает агротехническую обработку почв, севооборот, мелиоративные и ирригационные работы, внесение удобрений и т. д. работа должна быть сделана. При длительном использовании почв изменяются их структура, свойства, состав и плодородие. Уменьшение количества микроорганизмов в почве препятствует передаче органического вещества растениям, и в это время прекращается процесс превращения органического вещества в минеральные вещества, которые могут усваиваться растениями. Чрезмерная эксплуатация земель региона, неприменение севооборота, непринятие почвозащитных мероприятий, несоблюдение агротехнических правил выращивания культурных растений создают условия для усиления процесса посерения земель и снижения плодородие.

Ключевые слова: лес, антропогенный, вода, растение, земля.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1200

STUDY OF THE ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL STATUS OF TRANSBORDER RIVERS OF THE EASTERN ZANGAZUR ECONOMIC REGION (ON THE EXAMPLE OF THE BARGUSHAD RIVER AND AGACHAY)

Abdullayeva Susan[1], Gulnar Shirinova[2]

[1]Ministry of Science and Education Institute of Microbiology,Water microbiology laboratory
[2]Department of Chemical Technology, Azerbaijan State Oil and Industry University
[1]Junior researcher,https://orcid.org/0009-0002-2623-8925, susanabdullayeva92@gmail.com
[2] PhD in biological sciences, http://orcid.org/0009-0008-5128-605X, shirinligulnar@gmail.com

ABSTRACT

It is known that one of the global problems of our time is the shortage of fresh water and pollution of water bodies. According to reports of international organizations, the problem of global shortage of fresh water will become a means of political and socio-economic pressure for a number of countries of the world. The sharp increase in the need for fresh water with the increase in population, the development of industry and agriculture is accompanied by water shortages in many regions of the world. Thus, the latest reports of the United Nations (UN) indicate that the water problem is a serious concern on a global scale and that the demand for water will increase by 55% from 2000 to 2050. The World Water Development Report published in 2024 states that currently 2.2 billion of the world's population lacks safely managed drinking water. The problem of water shortage has not bypassed our country, and Azerbaijan is also among the water-scarce countries. 70 percent of the water resources of our republic are formed outside our country. The biggest problem of transit rivers in Azerbaijan is excessive pollution of river waters. The quality of the water of the Kura and Araz rivers, among the transit rivers entering our country, is also mainly formed in the territory of Armenia and Georgia. The Araz River originates from the territory of Turkey, Iran, Armenia, and flows into the Caspian Sea, merging with the Kura River in an area called Sugovushan near the city of Sabirabad in Azerbaijan[1]. This situation seriously affects the quality of transit rivers and the preservation of the ecological balance, since the pollution of rivers can have a negative impact on the country's water resources, the environment and public health. In such conditions, it is important to strengthen international cooperation and regional environmental control mechanisms, as well as take measures to protect and clean water basins. The presented article presents the results of microbiological studies conducted on two transboundary rivers located in the East Zangezur economic region, the Bargushad River and the Bargushad River tributary (Agachay). Various analyzes were conducted on the water in both transboundary rivers and it was determined that these rivers enter the territory of Azerbaijan polluted with various pollutants. In both rivers, the physical and chemical properties of the water, including temperature, transparency, pH, and dissolved oxygen, were initially measured (temperature and pH of the water were measured with HM Digital pH Meter Ph-200), and the content of biogenic elements and heavy metals (iron (Fe), molybdenum (Mo), copper (Cu), Aluminum (Al)), etc. were determined with the Palintest-Photometer 7100 device. Also, saprotrophic, nitrogen- and phenol-absorbing bacteria, participating in the nitrogen cycle, and pathogenic bacteria, Esherichia coli, Salmonella, and Shigella, were studied from water and soil samples

Keywords: *Bargushad river, Agachay, saprotrophic bacteria, oil-phenol degrading bacteria, physical and chemical indicators.*

Şərqi zəngəzur iqtisadi rayonunun transsərhəd çaylarinin ekoloji və bioloji vəziyyətinin tədqiqi (bərgüşad çay və ağaçay nümunəsində)

Süsən Abdullayeva[1] , Gülnar Şirinova[2]

[1]Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin Mikrobiologiya İnstitutu,,Su Mikrobiologiyası Laboratoriyası
[2]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti "Kimya texnologiya fakültəsi"
[1]Kiçik elmi işçi, https://orcid.org/0009-0002-2623-8925,susanabdullayeva92@gmail.com
[2]Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, http://orcid.org/0009-0008-5128-605X, shirinligulnar@gmail.com

XÜLASƏ

Məlumdur ki, dövrümüzün qlobal problemlərindən biri də şirin su çatışmazlığı və su hövzələrinin çirklənməsidir. Beynəlxalq təşkilatların hesabatlarına əsasən, qlobal şirin su çatışmazlığı problemi dünyanın bir sıra ölkələri üçün siyasi və sosial-iqtisadi təzyiq vasitəsinə çevriləcəkdir. Əhali sayının artması, sənayenin və kənd təsərrüfatının inkişafı ilə şirin suya olan ehtiyacın kəskin şəkildə çoxalması dünyanın bir çox bölgəsində su çatışmazlığı ilə nəticələnə bilər. Belə ki, Birləşmiş Millətlər Təşkilatının (BMT) son hesabatlarında su problemi qlobal miqyasda ciddi narahatlıq doğurduğunu və suya olan tələbat 2000-ci ildən 2050-ci ilə qədər 55 % artacağı qeyd edilir. 2024-cü ildə yayımlanan Dünya Su İnkişafı Hesabatında qeyd edilir ki, hazırda dünya əhalisinin 2,2 milyardı təhlükəsiz idarə olunan içməli sudan məhrumdur. Su çatışmazlığı problemi ölkəmizdən də mövcuddur, Azərbaycan da azsulu ölkələr sırasındadır. Respublikamızın su ehtiyatlarının 70 faizi ölkəmizdən kənarda yerləşir. Azərbaycanda tranzit çaylarının ən böyük problemi çay sularının həddindən artıq çirklənməsidir. Ölkəmizə daxil olan tranzit çaylardan Kür və Araz çayının sularının keyfiyyəti də əsasən Ermənistan və Gürcüstan ərazisində formalaşır. Araz çayı mənbəyini Türkiyə ərazisindən götürür İran, Ermənistan ərazilərindən keçərək Azərbaycanın Sabirabad şəhəri yaxınlığında Suqovuşan adlanan ərazidə Kur çayı ilə birləşərək, Xəzər dənizinə tökülür[1]. Bu vəziyyət, tranzit çaylarının keyfiyyətinə və ekoloji balansın qorunmasına ciddi təsir edir. Çünki çayların çirklənməsi, ölkənin su ehtiyatlarına, ətraf mühitə və ictimai sağlamlığa mənfi təsir göstərə bilər. Belə şəraitdə, beynəlxalq əməkdaşlıq və regional ekoloji nəzarət mexanizmlərinin gücləndirilməsi, həmçinin su hövzələrinin qorunması və təmizlənməsi istiqamətində tədbirlərin görülməsi vacibdir. Təqdim olunan məqalədə, Şərqi Zəngəzur iqtisadi rayonunda yerləşən iki transsərhəd çayın, Bərgüşad çay və Bərgüşad çayın qolu olan Ağaçayda aparılan mikrobioloji tədqiqatların nəticələri verilmişdir. Hər iki transsərhəd çayda müxtəlif təhlillər aparılmış və müəyyən olmuşdur ki, bu çaylar Azərbaycan ərazisinə müxtəlif çirkləndiricilərlə çirklənmiş vəziyyətdə daxil olur. Hər iki çayda ilkin olaraq suyun fizki- kimyəvi xassələrindən temperaturu, şəffaflığı, pH-ı, həll olmuş oksigeni ölçülmüş (temperatur və suyun ph- i HM Digital ph Meter Ph-200 lə),biogen elementlərin və ağır metallar (dəmir (Fe), molibden (Mo), mis (Cu), Aluminium (Al)) və s isə Palintest- Photometr 7100 cihazı ilə təyin edilmisdir. Həmçinin su və qrunt nümunələrindən saprotrof, netf və fenolmənimsəyən, azot dövranında iştirak edən bakteriyalar, patogen bakteriyalardan isə Esherichia coli, Salmonella, Shigella öyənilmişdir.

Açar sözlər: Bərgüşad çayı, Ağaçay,saprotrof bakteriyalar, neft-fenol parçalayıcı bakteriyalar, fiziki və kimyəvi göstəricilər.

GİRİŞ

Su hövzələrinin, xüsusən axarlı çay sularının çirklənməsi və ümumiyyətlə, su ehtiyatlarının qorunması strateji bir məsələ olub bütün dünya ölkələri üçün prioritet sayılır. Hal-hazırda dünya iqtisadiyyatının şaxələnməsi və sürətli inkişafı nəticəsində antropogen amillərin ətraf mühitə təsirinin artması tendensiyası müşahidə olunmaqdadır. Məlumdur ki,qonşu ölkələri bir-biri ilə əlaqələndirən təbii vasitələrdən biridə irili-xırdalı çaylardır və onlar başqa sözlə transsərhəd çaylar adlandırılır. Bir ölkədən digər ölkəyə axan transsərhəd çaylar keçdiyi ərazidə mütəmadi olaraq müxtəlif tullantılarla çirklənməyə məruz qalmaqdadır. Aparılan monitorinqlər transsərhəd çayların hansı ölkədə daha çox çirklənməyə məruz qaldığını bir daha sübut edir. Habelə, çirklənməyə məruz qalan çaylarda ekoloji, mikrobioloji, hidrokimyəvi və sanitar vəziyyətin kəskin şəkildə dəyişildiyi aydın olur[2]. Odur ki,həmişə çirklənməyə məruz qalan transsərhəd çayların su ehtiyyatlarının qorunması və təmizliyi uğrunda qonşu dövlətlər arasında haqlı narazılıqlar, hətta münaqişələr belə baş verir. Qeyd edək ki, transsərhəd çayların su ehtiyyatlarının qorunması haqqında Stockholm-Helsinki beynəlxalq konvensiyasına dünya ölkələrinin əksəriyyəti, o cümlədən Qafqaz regionunda yerləşən dövlətlərdə qoşulmuşdur. Lakin Ermənistan dövlətinin bu konvensiyaya qoşulmaması problemin həllini çətinləşdirir. Bizim əlimizdə Ermənistana təsir edəcək heç bir beynəlxalq göstərici yoxdur. Ona görə də bu ölkədən gələn transsərhəd çay sularının bioloji təhlükəsizliyinə daima nəzarət olunmalı və yeni bioloji təhlükəsizlik prinsipləri işlənib hazırlanmalıdır. Təqdim olunan işdə transsərhəd çaylardan Bərgüşad çay və Bərgüşad çayın qolu olan Ağaçayın fiziki-kimyəvi və mikrobioloji nəticələri verilmişdir.

Material və metodlar

Tədqiqat aparmaq və nümunələr götürmək məqsədi ilə Şərqi Zəngəzur iqtisadi ərazisində yerləşən transsərhəd çaylardan Bərgüşad (39.1755 N, 46.75123 E) və Ağaçay seçilmişdir. Tədqiqat aparılan çaylarda mikrobioloji vəziyyəti öyrənmək məqsədilə monitorinqlər aparılmış su və lil nümunələri götürülmüş, mikroorqanizmlərin kəmiyyət və keyfiyyət dəyişikliyi, biotik, abiotik amillər, saprotrof bakteriyalar, neft-fenolmənimsəyən bakteriyalar, azot dövranında iştirak edən bakteriyalar öyrənilmişdir. Bərgüşad çayı, həmçinin Bazarçay Ermənistan ərazisində Vorotan adlanır, Qafqaz regionunda yerləşən və Ermənistan ilə Azərbaycanın Qubadlı rayonundan keçən çaydır. Uzunluğu 178 km, hövzəsinin sahəsi isə 2711 km²-dir. Çay Zəngəzur silsiləsinin şimal yamacında, 3040 metr yüksəklikdə yerləşən Zalxa gölündən başlayır və Həkəri çayına qovuşur. Bərgüşad çayının əsas qolları Dəli çay, Şəki çayı, Sisyançay, Taxtakörpü çayı, Daşlı dərə çayı, Bəxtiyarlı çayı və Ağa çayıdır. Çay Qaralar kəndi yaxınlığında Həkəri çayı ilə birləşərək Araz çayına tökülür. İllik axımının 55%-i yeraltı sular, 35%-i qar suları və 10%-i yağış sularından ibarətdir. Yaz-yay aylarında qar sularının əriməsi nəticəsində çayda daşqınlar müşahidə olunur. Orta illik su sərfi 19,0 m³/san-dir Bərgüşad çayı suvarma məqsədləri üçün istifadə edilir və regionun su ehtiyatları baxımından strateji əhəmiyyətə malikdir. İşğaldan azad olunmuş ərazilərdə, o cümlədən Qubadlı rayonunda, bu çayın su ehtiyatları kənd təsərrüfatı və əhalinin su təminatı üçün mühüm rol oynayır. Bərgüşad çayının yerləşdiyi ərazilərdə təbii gözəlliklər və biomüxtəliflik mövcuddur ki, bu da ekoturizm və ətraf mühitin qorunması baxımından əhəmiyyətlidir Suyun fiziki və kimyəvi xassələrinin öyrənilməsi standart metodlara uyğun olaraq aparılmışdır. Təyin olunmuş stansiyalarda ilkin olaraq suyun temperaturu, şəffaflığı, pH-ı, həll olmuş oksigeni ölçülmüş, biogen elementlərin və ağır metalların, mikrobioloji *E. coli*. təyin etmək üçün Endo, Salmonella və Shigellanı isə SS qidalı mühitində əkmələr aparılmış və 24 saatdan sonra kaloniyalar sayılmışdır. Saprotrof bakteriyalar ətli peptonlu

aqar mühitində Kox üsuluna əsasən dərin əkməklə becərilmişdir. Cücərən bakteriya kaloniyaları əkiləndən 3-5 sutka sonra hesablanmışdır. Üstünlük təşkil edən kaloniyalardan yaxmalar hazırlanmış, mikroskopda müşahidə edilərək, ştamın morfoloji əlamətləri öyrənilmişdir. Neft-fenol mənimsəyən mikroorqanizmləri təyin etmək üçün elektiv mühitlərdə əkilmiş və O.Q. Mironov üsulu ilə onların miqdarı hesablanmışdır. Azot dövranı tsiklində iştirak edən bakteriyalardan aerob azot fiksə edən bakteriyalar Eşbi, anaerob azot fiksə edən bakteriyalar (*Clostridium pasteurianum*) qatı Vinoqradski, denitratlaşdırıcı bakteriyalar Giltay qidalı mühitində əkməklə becərilmişdir. İnkişaf edən bakteriya kaloniyaları metodikaya əsasən müəyyən vaxtdan sonra hesablanmışdır. Mikromisetlər üçün isə Sabouraud dextrose aqar qidalı mühitindən istifadə edilmişdir. Tədqiqatlar Uzunlamasına və kəsişmə yanaşmasına əsasən aparılır[3,4,5].

Tədqiq olunan çay sularından götürülmüş nümunələrin fiziki-kimyəvi göstəricilər

Göstəricilər	Bərgüşad çay Diləli Müskanlı	Bərgüşad çay Saray	Ağçay Bərgüşadın qolu
pH	7.6	8.2	7.9
Temperatur	16.4	10.6	13.6
Həll olmuş oksigen	8.5	11	10
Destruksiya	0,7	1,7	0,9
İlkin məhsul	0,525	1,275	0,675
Nitrit	0,01	0.03	0.03
NO_2 mq/L Sərbəst N mq/L	0,004	0.009	0.009
Nitrat	1.16	3.10	9.6
NO_3 mq/L Sərbəst N mq/L	0.270	0.695	2.1
NH_4 mq/L	0.07	0.08	0.03
Sərbəst	0.04	0.05	0.02
N mq/L NH_3 mq/L	0.48	0.06	0.024
Fosfat PO_4 mq/L	1.45	0.99	0.21
Fosfor P mq/L	0.36	0.30	0.06
P_2O_5	1.0875	0.7425	0.1575
Fenol mq/L	0.08	0.03	0.21
Dəmir mq/L	0.03	0.01	0.00
Mis mq/L	0.10	0.06	0.06
Total Mis	0.44	0.30	0.30
Aluminium mq/L	0.02	0.03	0.00
Molibdat MoO_4 mq/L	0.37	1.65	1.94
Molibden Mo mq/L	0.222	0.99	1.164

Qeyd: YVH; Nitrit-3,3., Nitrat-45,0., Fosfor-0,001., Ammonium (NH_4)-0,5., Fenol-0,001., Mis-1,0., Al-0,5., Fe-0,3., Cu-1., Mo-0,05

Alınan nəticələrdən məlum olur ki, Molibden YVH daha yüksəkdir

Tədqiq olunan çay sularından götürülmuş su və qrunt nümünələrinin mikrobioloji nəticələri

Göstəricilər	Bərgüşad çay Diləli Müskanlı		Bərgüşad çay Saray		Ağaçay Bərgüşadın qolu	
	su	qrunt	su	qrunt	su	qrunt
Saprotrof	1000	45000	3100	12000	1800	144000
Azotobacter	1900	2500	300	700	2400	3600
Cl. Pasterianum	10^1	10^2	10^1	10^2	10^2	10^3
Denitratlaşdırıcı	10^3	10^4	10^4	10^4	10^3	10^4
Neft mənimsəyən	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1
Fenol mənimsəyən	10^1	10^2	10^2	10^3	10^2	10^3
E.coli	-	-	+	+	++	+++
SS (salmonella shigella)	-	+	-	-	-	+

Nəticə

Saprotrof bakteriyaların miqdarına əsasən su hövzəsinə göstərilən antropogen təsiri, çirklənmə və saprobluq dərəcəsini müəyyən etmək olar. Cədvəldən də göründüyü kimi çaylarda saprotrof bakteriyaların miqdarı ekoloji baxımdan çox çirkli sular təsnifatına uyğundur. (YVH- 1 ml təmiz suda saprotrof bakteriyaların miqdarı mak.100 dənə, 1 ml az təmiz suda saprotrof bakteriyaların miqdarı 100-1000, 1ml çirkli suda saprotof bakteriyaların miqdarı 1000 dən çox). Çaylarda azot dövranında iştirak edən aerob və anaerob bakteriyalar yüksək qatılıqdadır. Bundan başqa atmosferdəki azotu mənimsəyən tənəfüsünə görə anaerob, qidalanmağına görə heterotrof sayılan *Cl.pasterianum* bakteriyalarına da demək olar bütün məntəqələrdə rast gəlinmişdir. Neft və fenol mənimsəyən bakteriyalarda bütün stansiyalarda rast gəlinmişdir. *E.coli, Salmonella* və *Shigella*azda olsa bəzi stansiyalarda rast gəlinmişdir[6,7].

Ədəbiyyat

1.https://az.m.wikipedia.org/wiki/Araz
2.https://az.m.wikipedia.org/wiki/Bazar%C3%A7ay
3.Əliyev S.N. Əmirova R.Ə., Feyzullayeva Ş. Ə və Həsənova G.M (2009) Göyçay sularının və lil qatının mikrobioloji tədqiqi. Azerb.MEA Mikrobiologiya İn-nun elmi əsərləri,49-52.
4.Hüseynov.A.T (2018) Aşağı Kürdə suyun fiziki-kimyəvi xassələrinin dəyişməsi . Azerb.MEA Mikrobiologiya İn-nun elmi əsərləri,54-58
5.Hüseynov.A.T., Həsənova G.M., Cəmilli.Ə.K.,Qasımzadə.E.E və Abdullayeva.S.Ə (2023) Araz çayının Azərbaycan ərazisindəki suyunun mikrobioloji göstəricilərə görə qiymətləndirilməsi.
6.Bdu Biologiyanın aktual problemləri davamlı inkişaf kontekstində Respublika elmi konfransı,604-609.
7.Hüseynov.A.T (2021) Oxçuçayın ekoloji terroru. AMEA Qarabağın biomüxtəlifliyi,torpaq və su ehtiyatları: keçmişi ,bugünü və gələcəyi,142.

Изучение эколого-биологического состояния трансграничных рек восточно-зангазурского экономического района (на примере реки баргушад и агачай)

Абдуллаева Сусан[1], Гульнар Ширинова[2]

[1]Министерство науки и образования Институт микробиологии,Лаборатория микробиологии воды
[2]Отдел Химические технологии, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
[1]Младший научный сотрудник,https://orcid.org/0009-0002-2623-8925,susanabdullayeva92@gmail.com
[2] Кандидат биологических наук, http://orcid.org/0009-0008-5128-605X, shirinligulnar@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Известно, что одной из глобальных проблем современности является нехватка пресной воды и загрязнение водоемов. По данным отчетов международных организаций, проблема глобальной нехватки пресной воды станет средством политического и социально-экономического давления для ряда стран мира. Резкое увеличение потребности в пресной воде с ростом населения, развитием промышленности и сельского хозяйства сопровождается нехваткой воды во многих регионах мира. Так, последние отчеты Организации Объединенных Наций (ООН) свидетельствуют о том, что водная проблема является серьезной проблемой в мировом масштабе и что спрос на воду увеличится на 55% с 2000 по 2050 год. В опубликованном в 2024 году Всемирном докладе о развитии водных ресурсов говорится, что в настоящее время 2,2 млрд. человек населения планеты испытывают нехватку безопасно управляемой питьевой воды. Проблема нехватки воды не обошла стороной и нашу страну, и Азербайджан также входит в число стран с дефицитом воды.70 процентов водных ресурсов нашей республики формируется за пределами нашей страны. Самой большой проблемой транзитных рек в Азербайджане является чрезмерное загрязнение речных вод. Качество воды рек Кура и Араз, среди транзитных рек, входящих в нашу страну, также в основном формируется на территории Армении и Грузии. Река Араз берет начало на территории Турции, Ирана, Армении и впадает в Каспийское море, сливаясь с рекой Кура в местности под названием Суговушан близ города Сабирабад в Азербайджане[1]. Такая ситуация серьезно влияет на качество транзитных рек и сохранение экологического баланса, поскольку загрязнение рек может оказать негативное влияние на водные ресурсы страны, окружающую среду и здоровье населения. В таких условиях важно укреплять международное сотрудничество и региональные механизмы контроля за окружающей средой, а также принимать меры по охране и очистке водных бассейнов. В представленной статье представлены результаты микробиологических исследований, проведенных на двух трансграничных реках, расположенных в Восточно-Зангезурском экономическом районе, реке Баргушад и притоке реки Баргушад (Агачай). Были проведены различные анализы воды в обеих трансграничных реках и установлено, что эти реки поступают на территорию Азербайджана загрязненными различными загрязняющими веществами. В обеих реках первоначально были измерены физические и химические свойства воды, включая температуру, прозрачность, pH и растворенный кислород (температура и pH воды измерялись с помощью цифрового pH-метра HM Ph-200), а содержание биогенных элементов и тяжелых металлов (железо (Fe), молибден (Mo), медь (Cu), алюминий (Al)) и т. д. определялось с помощью прибора Palintest-Photometer 7100. Также в пробах воды и почвы были изучены сапротрофные, азот- и фенолпоглощающие бактерии, участвующие в круговороте азота, а также патогенные бактерии: кишечная палочка, сальмонеллы и шигеллы.

Ключевые слова: *река Баргушад, Агачай, сапротрофные бактерии, бактерии-нефтефенолдеструкторы, физико-химические показатели.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1206

QUALITY INDICATORS OF QUINOA PLANT AND NUTRITION IMPORTANCE

[1]Abbasguliyeva S.G; [2]Arabzade A.A; [3]Mete TURKOĞLU

[1] Ministry of Agriculture of the Republic of Azerbaijan, Agricultural Research Institute, Baku, Azerbaijan
[2] Department of Chemical Technology, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan
[3] Iğdır University Technical Vocational School, Hunting and Wildlife Department, Iğdır/Turkey
[1] Doctor of Philosophy in Agricultural Sciences, orcid.org/0000-1234-5673-9101, sevil.abbasguliyeva2022@gmail.com
[2] Doctor of Philosophy in Biology, Associate Professor, orcid.org/0009-0009-3531-8688, aynur.arabzade@asoiu.edu.az,
[3] Ornithologist, orcid.org/0000-0001-8045-5889, mbt.turkoglu@gmail.com

ABSTRACT

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) is naturally distributed in the South American part of the Andes, especially in Peru and Bolivia. All these important properties of quinoa have always been of interest to scientists. In this regard, we set ourselves the goal of investigating the quality indicators and nutritional value of quinoa as an object of research. Quinoa is a resistant agricultural plant, and in this regard, since it is adapted to drought and saline soils, it does not create water-saturated anaerobic conditions in the soil. There are special ion regulatory mechanisms in the leaves and roots of quinoa, as a result of which the plant maintains the balance of sodium and potassium ions and regulates the osmotic pressure of the cell, creating conditions for the cultivation of the plant in saline soils. These mechanisms ensure that the quinoa plant is tolerant to high salinity, drought and other environmental stresses. It is distinguished by its high tolerance to frost, drought and salty soils. The studies were carried out at the Absheron Auxiliary Experimental Farms Union of the Agricultural Scientific Research Institute. From the chemical analyses, the first moisture was dried in a drying cabinet at 60-650C; hygroscopic moisture was dried at 100-1050C until constant weight was obtained; protein by the Kjeldahl method; raw ash by burning in a Muffle furnace at 300-5000C, raw oil in a Soxhlet apparatus; carotene by the Tsirel method. It is known that the quinoa plant contains a large amount of proteins, unsaturated fatty acids, fibers, vitamins and minerals, and essential amino acids necessary for the body. Mg and K in quinoa regulate blood pressure, which plays a major role in cardiovascular health. Unlike other grains, quinoa contains very important amino acids methionine and lysine. It is useful for athletes and children as it is a good source of protein. Of the carbohydrates, it is mainly starch (58.1-64.2%). Fiber is up to about 4%. In this regard, quinoa plays a major role in the digestive process. Thus, fibers improve digestion, protect the intestinal microflora and increase the feeling of satiety. Quinoa also contains flavonoids and other antioxidants that slow down the aging process and have a protective effect against chronic diseases. When quinoa silage is used in the feed ration of cows, the yield and quality of milk increased. Since its content is rich in nutrients and gluten-free, it is beneficial for health and occupies an important place in nutrition. Quinoa's resistance to environmental factors and easy cultivation play a strategically important role in global food security.

Keywords: gluten-free, rich, civilization, Quinoa.

INTRODUCTION

Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) is a plant belonging to the Amaranthaceae (Chenopodiaceae) family and the Chenopodium genus. The first scientist to scientifically describe

the quinoa plant was the French botanist Aimé Bonpland. Later, the Swedish scientist Carl Ludwig Willdenow included this plant in the scientific classification under the name Chenopodium quinoa Willd. in 1798 [4].

Quinoa is naturally distributed in the South American part of the Andean region, especially in Peru and Bolivia. It was first used for feeding livestock 5200-7000 years ago, and as a human food 3000-4000 years ago. During the Inca civilization, quinoa was considered a "sacred food". This plant, known as the "mother of cereals" and attracted attention with its high nutritional value, was cultivated by indigenous peoples for millennia, occupying an important place in their social, economic and religious life. In 1996, quinoa was classified by FAO as one of the most promising crops of humanity, not only due to its beneficial properties and numerous applications, but also as an alternative food source to solve serious problems related to human nutrition. During the plenary meeting of the 67th session of the UN General Assembly, held at its headquarters in New York on 20 February 2013, in accordance with General Assembly resolution 66/221, the International Year of Quinoa was declared and 2013 was declared the International Year of Quinoa [6].

Quinoa production in North America and Europe has been increasing since the early 2000s, with Peru and Bolivia accounting for 97% of global quinoa production in 2020. In recent years, the growing popularity of quinoa has led to interest in its cultivation and trade in wider regions, including North America and Europe [3, 5].

It has dioecious (two-seeded), tetraploid and halophytic (tolerant to saline soils) characteristics. The plant effectively absorbs water and water-soluble nutrients through its deep-rooted roots. This feature increases quinoa's drought tolerance and allows it to be grown in infertile soils. In particular, under extreme conditions, it defends itself by increasing the synthesis of stress proteins (e.g. osmotin and LEA proteins), which results in regulating water balance at the cellular level and maintaining membrane stability. By maintaining soil fertility, the plant requires less water and fertilizer, which reduces greenhouse gas emissions, including methane and nitrous oxide (NO). In addition to reducing methane emissions, it also absorbs carbon dioxide from the atmosphere, creating conditions for carbon sequestration in the soil. Quinoa is a resilient agricultural crop, and in this regard, it does not create water-saturated anaerobic conditions in the soil, as it is adapted to drought and saline soils. Quinoa has special ion regulating mechanisms in its leaves and roots, as a result of which the plant maintains the balance of sodium and potassium ions and regulates the osmotic pressure of the cell, creating conditions for the plant to be cultivated in saline soils. These mechanisms ensure that the quinoa plant is tolerant to high salinity, drought and other environmental stresses. Although quinoa grows in a wide pH range (6.0-8.5), it grows better in neutral and slightly alkaline soils. It is distinguished by its high tolerance to frost, drought and saline soils [7, 8, 9].

The main goal of the plant research was to study the alternative sustainability of quinoa, which has very important characteristics, and the impact of different soil and climate conditions on its productivity in the context of climate change.

Research methodology

The research on quinoa plant was conducted in the Absheron Auxiliary Experimental Farms Union of the Agricultural Research Institute and in experimental fields in various soil and climatic conditions of the republic. Chemical quality indicators were performed in the Laboratory of Feed Technology and Zootechnical Evaluation of the Agricultural Research Institute. Chemical analyses were performed according to the methods of G.P. Belekhov, A.A. Ubinskaya [1] and

V.A. Razumov [2]. From the chemical analyses, the first moisture was determined by drying in a drying cabinet at 60-65^{o}C; hygroscopic moisture by drying until constant weight was obtained at 100-105^{o}C; protein by the Kjeldahl method; raw ash by burning in a Muffle furnace at 300-500^{o}C, crude oil in a Soxhlet apparatus; carotene by the Tsirel method.

Results and their discussion

It is known that the seeds (grains) of the quinoa plant contain a large amount of proteins (12.0-18.0%), lipids, fibers, vitamins (B1, B2, B3, C, E) and minerals (Ca, Mg, K, Fe, Zn, P, etc.), essential amino acids necessary for the body. Mg and K in quinoa regulate blood pressure, which plays a major role in cardiovascular health. Unlike other grains, quinoa contains very important amino acids methionine and lysine. Since it is a good source of protein, it is useful for athletes and children. Of the carbohydrates, starch is mainly found in its composition (58.1-64.2%). Fiber is about 4%. In this regard, quinoa plays a great role in the digestive process. Thus, fibers improve digestion, protect intestinal microflora and increase the feeling of satiety. Quinoa also contains flavonoids and other antioxidants that slow down the aging process and protect against chronic diseases. When quinoa silage was used in the diet of cows, milk yield and quality increased.

Quinoa oil contains approximately 82.7% unsaturated fatty acids. Omega-6 (50.2%), omega-9 (26%), omega-3 (4.8%) and palmitic acids constitute its main part. Studies on chickens have shown that when a certain amount of quinoa grain is added to the diet, the Omega-3 fatty acid content of eggs increases.

The content of minerals in quinoa is approximately twice as high as in other grains. The content of Ca, Mg, Fe and Zn elements in quinoa is higher than in wheat and barley. It has also been found that antinutritional substances in quinoa (e.g. myo-inositol hexakisphosphate (IP6) and trypsin inhibitor) are similar to other grains, but retain minerals at a high level.

Quinoa grain is used as a high-quality feed for poultry, fish, rabbits and other animals. In addition, by adding a certain amount of quinoa seeds (grains) to sheep and cattle feeds, it is possible to increase the protein value of the feed. However, the antinutrient content of quinoa (saponin, phytic acid, etc.) can negatively affect the feed intake and digestion of animals. In order to solve this, it is necessary to wash, cook and remove the husk from the quinoa.

During research, it was found that quinoa does not contain gluten. In this regard, quinoa is an excellent alternative for people with gluten intolerance and celiac disease. Due to its low glycemic index, quinoa increases insulin sensitivity by maintaining stable sugar levels, and also regulates obesity and weight control. It has been found that sprouted quinoa increases weight better than semi-cooked quinoa.

When determining the chemical composition, it was found that quinoa is a useful cereal plant with high nutritional value and is used in various fields. Its grain quality was determined by a number of organoleptic, physical, chemical and technological indicators.

Thus, quinoa grains are uniform in size, clean and specific in color, natural and homogeneous, small, round or oval in shape and have a unique natural smell. No bitterness was observed in the taste quality. In terms of consistency and structure, they are soft, not dense, and the surface is smooth.

According to general quality requirements, quinoa grains must be healthy, clean and free from foreign substances. Also, rotten or toxin-contaminated seeds should not be used. The rules must be followed correctly during drying, and mold should not be observed.

The origin and phenotypic color of quinoa were determined (Table 1).

Table 1. Quinoa genotypes used in the study, their origin and phenotypic seed color

Genotypes	Origin	Phenotypic Seed Color
Population	China	Light brown
Q-52	Denmark	White yellow
Rainbow	USA	White
Read Head	USA	White
Sandoval Mix	England	White yellow
Cherry Vanilla	USA	White
French Vanilla	USA	White cream
Mint Vanilla	USA	Light white
Oro de Valle	USA	Golden brown
Moqu-Arrochilla	Peru	White yellow

Field experiments were conducted in Absheron from March 29, 2020 to April 6, 2024, and in Saatli from May 5, 2021 to May 10, 2022. In each experiment, 10 quinoa genotypes were planted in a randomized complete block design with four replications. During planting, 2500-3000 g/ha of seeds were sown manually in plots (land areas with defined boundaries) with a row spacing of 35 cm and a depth of 1.5-2 cm.

75 kg/ha of ammonium sulfate [$(NH_4)_2SO_4$] fertilizer was applied during planting and 50 kg/ha during the vegetation period of the plant (before flowering). Before planting, at the soil preparation stage, for normal germination and development of seeds, based on the results of agrochemical soil analyses, 80 kg/ha of phosphorus fertilizer was applied and irrigation was carried out in June-August.

At the end of September, the seeds were harvested manually at the physiological maturity stage. Before harvesting, measurements were taken on 10 plants randomly selected from the middle rows of the field and the plant height was determined. During harvesting, 0.5 m sections were separated from the edge rows and head parts of the field, and the remaining area was collected and filled into bags.

The obtained materials were first mixed in the open air, then dried in a drying oven set at 40°C. Biological, seed and dry mass yields and harvest indices were calculated from the obtained data. The weight of 4×100 seeds from each field was measured and the absolute weight of seeds - 1000 seed weight was calculated.

No diseases or pests were observed in the plants during the study.

The quality of quinoa grain is determined by its physical properties, chemical composition and level of processing. High-quality quinoa is more beneficial for health and has a higher market value.

The organoleptic properties of quinoa were evaluated as follows:

Quinoa grains were small, round or oval in shape, had a specific smell and color. As for taste quality, bitterness was rarely observed. In terms of consistency and structure, it was soft, not dense, and the surface was smooth and undamaged.

During the study, chemical quality indicators of quinoa (moisture, protein, fat, minerals, fibers) were also studied (Table 2).

Table 2. Chemical quality indicators

Chemical indicators	Amount (per 100 grams)
Moisture (%)	13,0
Protein (%)	15,0
Oil (%)	6,5
Fiber (%)	7,0
Ash (%)	2,8
Dry matter (%)	87

It is clear from the table that the composition of quinoa is rich in fat, protein, fiber and minerals. The technological parameters of quinoa have also been determined. It has been found that quinoa contains saponins (up to 0.11%), which give it a bitter taste. The processing of quinoa is also of great importance. Its cleaning from husks and impurities further increases its nutritional quality. Also, since the composition of quinoa differs during flowering and full ripening, it must be harvested in a timely manner depending on the purpose for which we will use it, otherwise its nutritional value decreases.

Technological parameters are of great importance during the processing and storage of quinoa and are evaluated as follows.

Saponin content – Quinoa naturally contains saponins that give it a bitter taste. High-quality quinoa is well cleaned and has a saponin content of less than 0.11%.

Processing level – Quinoa is completely cleaned of husks and impurities, which increases the nutritional quality of the product.

Its ecological sustainability and cultivation characteristics are of strategic importance for global food security.

Based on the above, it can be concluded that quinoa is an annual plant characterized by high nutritional value and the ability to adapt to various environmental conditions. Quinoa is an ideal plant for human nutrition with its nutritional value, and is also widely used in animal feed.

As a result, it should be noted that mass production and introduction of quinoa products (grains and green mass) to the world market can play a major role in ensuring food security, environmental protection and sustainable development of agriculture.

Conclusion

1. Quinoa protects its leaves from oxidative stress and has a neutral reaction to salinity, since its root system has an osmotic regulation mechanism.

2. As a result of research, it has been found that its chemical composition is rich in protein, fiber, B vitamins, unsaturated fatty acids and minerals.

3. Since its composition is rich in nutrients and gluten-free, it is beneficial to health and occupies an important place in nutrition.

4. Quinoa's resistance to environmental factors and easy cultivation play a strategically important role in global food security.

References
1. Белехов Г.П. Убинская А.А. Контроль кормлеия сельскохоэяйственых животных. Ленинград, 1963, 293 с.
2. Разумов В.А. Массовый анализ кормов, Москва, Колос, 1982, 176 с.
3. Alvarez-Jubete, L., Arendt, E.K., & Gallagher, E. (2010). "Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten-free ingredients". International Journal of Food Sciences and Nutrition, 61(3), 240-257.
4. Bhargava, A., Shukla, S., & Ohri, D. (2006). "Chenopodium quinoa—an Indian perspective". Industrial Crops and Products, 23(1), 73-87.
5. Codex Alimentarius Commission (2018). "Standard for Quinoa". FAO & WHO.
6. FAO (2013). "Quinoa: An Ancient Crop to Contribute to World Food Security". Food and Agriculture Organization of the United Nations.
7. Repo-Carrasco-Valencia, R., Hellström, J. K., Pihlava, J. M., & Mattila, P. H. (2010). "Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: Quinoa, kañiwa, and kiwicha". Food Chemistry, 120(1), 128-133.
8. Nowak, V., Du, J., & Charrondière, U. R. (2016). "Assessment of the nutritional composition of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.)". Food Chemistry, 193, 47-54.
9. Miranda, M., Vega-Gálvez, A., López, J., Parada, G., Sanders, M., Aranda, M., & Uribe, E. (2011). "Impact of air-drying temperature on nutritional properties, total phenolic content and antioxidant capacity of quinoa seeds (Chenopodium quinoa Willd.)". Industrial Crops and Products, 32(3), 258-263.

KİNOA BİTKİSİNİN KEYFİYYƏT GÖSTƏRİCİLƏRİ VƏ QİDA ƏHƏMİYYƏTİ

[1]Abbasquliyeva S.G; [2]Ərəbzadə A.Ə ; [3]Mete TÜRKOĞLU

[1]Azərbaycan Respublikası Kənd Təsərrüfatı Nazirliyi Əkinçilik Elmi-Tədqiqat İnstitutu
[2]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti2
[3]Iğdır Üniversitesi Teknik Meslek Yüksekokulu, Avcılık ve Yaban Hayatı Bölümü Iğdır/Türkiye3

[1] Aqrar elmlər üzrə fəlsəfə doktoru, sevil.abbasquliyeva2022@gmail.com http://orcid.org/0000-1234-5673-9101
[2] Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent, aynur.arabzade@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0009-0009-3531-8688
[3] Ornitolog mbt.turkoglu@gmail.com, http://orcid.org/0000-0001-8045-5889

XÜLASƏ
Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) And bölgəsinin Cənubi Amerika hissəsində, xüsusən Peru və Boliviya ərazisində təbii olaraq yayılmışdır. Kinoanın bütün bu əhəmiyətli xüsusiyyətləri həmişə alimlərin marağında olmuşdur. Bu baxımdan tədqiqat obyekti olaraq kinoanın keyfiyyət göstəricilərini və qida əhəmiyyətini araşdırmağı qarşımıza məqsəd qoyduq. Kinoa dayanıqlı kənd təsərrüfatı bitkisidir, bu baxımdan da quraqlığa və duzlu torpaqlara uyğunlaşdığı üçün torpaqda su ilə doymuş anaerob şərait yaratmır. Kinoanın yarpaqlarında və köklərində xüsusi ion tənzimləyici mexanizmlər mövcuddur, bunun nəticəsində bitki natrium və kalium ionlarının balansını qoruyur və hüceyrənin osmotik təzyiqini tənzimləyərək bitkinin şoran torpaqlarda becərilməsinə şərait yaradır. Bu mexanizmlər kinoa bitkisinin yüksək duzluq, quraqlıq və digər ətraf mühit streslərinə qarşı dözümlü olmasını təmin edir. Şaxtaya, quraqlığa və duzlu torpaqlara yüksək dözümlülüyü ilə seçilir. Tədqiqatlar Əkinçilik Elmi Tədqiqat İnstitutunun Abşeron Yardımçı Təcrübə Təsərrüfatları Birliyində yerinə yetirilmişdir. Kimyəvi analizlərdən ilk nəmlik quruducu şkafda 60-65^{0}C-də qurutmaqla; hiqroskopik nəmlik 100-105^{0}C-də sabit çəki alınana qədər qurutmaqla; protein Kyeldal üsulu ilə; xam kül 300-500^{0}C-də Mufel peçində yandırmaqla, xam yağ Sokslet

aparatında; Karotin Tsirel üsulu ilə yerinə yetirilmişdir. Məlum omuşdur ki, kinoa bitkisində çoxlu miqdarda proteinlər, doymamış yağ turşuları, liflər, vitamin və minerallar, orqanizmə lazım olan əvəzolunmaz amin turşuları var. Kinoada olan Mg və K qan təzyiqini tənzimləyir, bu da ürək-damar sağlamlığında böyük rol oynayır. Digər taxıllardan fərqli oaraq tərkibində çox əhəmiyyətli metionin və lizin amin turşuları var. Yaxşı protein mənbəyi olduğu üçün idmançılar və uşaqlar üçün faydalıdır. Karbohidratlardan isə tərkibində əsasən nişastaya (58,1-64,2%) rast gəlinir. Lif təqribən 4%-ə qədərdir. Bu baxımdan kinoanın həzm prossesinində rolu böyükdür. Belə ki, liflər həzmi yaxşılaşdırır, bağırsaq mikroflorasını qoruyur və doyma hissini artırır. Həmçinin kinoada qocalma prosesini ləngidən, eləcə də xroniki xəstəliklərə qarşı qoruyucu təsir edən flavonoidlər və başqa antioksidantlara da rast gəlinir. Kinoa silosunu inəklərin yem rasionunda istifadə etdikdə, südün məhsuldarlığı və keyfiyyəti artmışdır. Tərkibi qidalı maddələrlə zəngin olduğuna, qlüten olmadığına görə sağlamlığa faydalı olub, qidalanmada əhəmiyyətli yer tutur. Kinoanın ətraf mühit amillərinə davamlılığı və asan becərilə bilmək xüsusiyyəti qlobal qida təhlükəsizliyində strateji cəhətdən böyük rol oynayır.

Açar sözlər: faydalı, kinoa, yem, qlobal.

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА РАСТЕНИЯ КИНОА И ВАЖНОСТЬ ПИТАНИЯ

[1]Аббасгулиева С.Г.; [2]Арабзаде А.А.; [3]Мете ТЮРКОГЛУ

[1] Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Министерства сельского хозяйства Азербайджанской Республики
[2] Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
[3] Профессионально-техническое училище Университета Игдыр, Кафедра охоты и дикой природы, Игдыр/Турция

[1] Доктор философии в области сельскохозяйственных наук, sevil.abbasguliyeva2022@gmail.com http://orcid.org/0000-1234-5673-9101
[2] Доктор философии по биологии, доцент, aynur.arabzade@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0009-0009-3531-8688
[3] Орнитолог mbt.turkoglu@gmail.com, http://orcid.org/0000-0001-8045-5889

АННОТАЦИЯ

Киноа (*Chenopodium quinoa* Willd.) в природе распространена в южноамериканской части Андского региона, особенно в Перу и Боливии. Все эти важные свойства киноа всегда интересовали ученых. В связи с этим мы поставили перед собой цель изучить качественные показатели и пищевую ценность киноа как объекта исследования. Киноа является устойчивой сельскохозяйственной культурой, и в этом отношении она адаптирована к засухе и засоленным почвам, поэтому не создает в почве насыщенных водой анаэробных условий. Листья и корни киноа содержат особые механизмы ионной регуляции, в результате чего растение поддерживает баланс ионов натрия и калия, а также регулирует осмотическое давление клетки, что позволяет выращивать растение на засоленных почвах. Эти механизмы обеспечивают устойчивость растения киноа к высокой солености, засухе и другим экологическим стрессам. Отличается высокой устойчивостью к морозам, засухе и засоленным почвам. Исследования проводились в Апшеронском подсобном опытном хозяйстве Научно-исследовательского института сельского хозяйства. Первую влажность по химическим анализам получают путем сушки в сушильном шкафу при температуре 60-

65°C; гигроскопической влажности путем высушивания до постоянного веса при температуре 100-1050C; белок по методу Кьельдаля; сырая зола путем сжигания в муфельной печи при температуре 300-5000C, сырое масло в аппарате Сокслета; Каротинизацию проводили по методу Цирeля. Известно, что растение киноа содержит большое количество белка, ненасыщенных жирных кислот, клетчатки, витаминов и минералов, а также незаменимых аминокислот, необходимых организму. Магний и калий в киноа регулируют артериальное давление, что играет важную роль в здоровье сердечно-сосудистой системы. В отличие от других злаков, овес содержит очень важные аминокислоты метионин и лизин. Он полезен для спортсменов и детей, так как является хорошим источником белка. Из углеводов основным компонентом является крахмал (58,1–64,2%). Содержание клетчатки составляет около 4%. В этом отношении киноа играет важную роль в процессе пищеварения. Таким образом, волокна улучшают пищеварение, защищают микрофлору кишечника и усиливают чувство сытости. Киноа также содержит флавоноиды и другие антиоксиданты, которые замедляют процесс старения и защищают от хронических заболеваний. При использовании силоса из киноа в рационе коров повышались надои и качество молока. Поскольку он богат питательными веществами и не содержит глютена, он полезен для здоровья и играет важную роль в питании. Устойчивость киноа к факторам окружающей среды и простота выращивания играют стратегическую роль в обеспечении глобальной продовольственной безопасности.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1214

BADAM BİTKİSİNİN XƏSTƏLİK VƏ ZƏRƏRVERİCİLƏRİ, ONLARA QARŞI MÜBARİZƏ TƏDBİRLƏRİNİN HAZIRLANMASI

[1]Məmmədov C.Ş., [1]Məmmədova G.C., [1,2]Ərəbzadə A.Ə., [2]Əliyeva Z.N.

[1] Kənd Təsərrüfati Nazirliyinin Meyvəçilik və Çayçiliq Elmi-Tədqiqat İnsitutunun Abşeron Təcrübə Stansiyası
[2] Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kimya texnologiya fakültəsi, Bakı, Azərbaycan

*E-mail:*celal.memmedov50@gmail.com, ORCIDE ID: https://orcid.org/0009-0007-0445-6741
E-mail:gohar.mammadova@gmail.com ORCIDE ID: https://orcid.org/0009-0001-4768-8872
*E-mail:*aynur.arabzade@asoiu.edu.az, ORCIDE ID: 0009-0009-3531-8688
*E-mail:*zahide.aliyeva@asoiu.edu.az, ORCIDE ID: 0000-0002-2758-2421

XÜLASƏ

Abşeron yarımadasında badam (*Amygdalis communis* L.) bitkisinin xəstəlik və zərərvericiləri öyrənilmiş, onlara qarşı mübarizə tədbirləri hazırlanmışdır. Tədqiqatlar Meyvəçilik Çayçılıq Elmi-Tədqiqat İnstitutunun Abşeron Təcrübə Stansiyasında becərilən badam sortları üzərində aparılmışdır. Bu sortlar Quara, Abşeron-1, Mərdəkan-1, Növrəst və s. aiddir. Badam sortlarında Pas xəstəliyi, Kitrə buraxma və ya homnoz, Badamın xallanma xəstəliyi, həmçinin Badam mənənəsi və həlqəvi ipəksarıyan mənənələri müşahidə edilmişdir. *Pas xəstəliyi -Pileoiaria terebinthi* Cast. ağacların yarpaq və cavan zoğlarında rast gəlinir. Pas xəstəliyini törədən göbələklər (*Franzschelia discofor* F.) obliqat olub, yalnız canlı bitkilər üzərində çoxalır və inkişaf edirlər. Xəstəlik nəticəsində bitkinin yarpaqlarında fotosintez prosesi pozulur, bitki zəifləyir, nəticədə yarpaqlar yerə tökülür. Bu xəstəliyə qarşı Bordo, Kurzat, Minella, Strobi və s. fungisidlərindən istifadə etmək olar. *Kitrə buraxma və ya homnoz* ağacların budaq və gövdələrdə müşahidə olunan qatı yapışqana oxşar maddədir. Bu kitrə adlanır. Bu çox vaxt klasterosporioz, bakterial xərçəng, manilioz və başqa təhlükəli xəstəliklərin təsirindən olur. Gövdəni əhənglə ağardıb termiki zədələrə imkan verməmək lazımdır. *Badamın xallanma xəstəliyi* tumurcuqlar açılmamışdan əvvəl budaqlarda qırmızımtıl xallar əmələ gəlməyə başlayır. Bu xəstəliyə yoluxmuş badam bitkisində meyvələrin forması deformasiya etmiş kimi olur, daha sonra isə yerə tökülür. Tumurcuqlar açılmazdan əvvəl bitkilərə bütövlükdə Bordo, Karbendazin, Topsin, Valsazeb-80 BD maddələri ilə çiləmə aparılmalıdır. *Badam mənənəsi* zərərvericisi əsasən ağacların cavan zoğ və yarpağında parazitlik edib, onu zədələyir. Belə yarpaqlar büzüşür, formasını dəyişir, eninə və ya uzununa spiralvari burulur. Aprel ayında 2-3 dəfə insektisidlərlə çiləmə aparılmalıdır. *Həlqəvi ipəksarıyan* zərərvericisi yay aylarında bir nəsil verir, yumurtası silindrikdir, tırtılları tüklüdür, uzununa zolaqlıdır, rəngi mavi və ya şabalıdıdır. Badam ağacına əsasən bu zərərvericinin tırtılları ziyan vurur. Birinci ay tırtıllar ağacın çiçək ləçəklərini, böyüyəndən sonra ağacın yarpaqları və budaqlarını yeyirlər. Yarpaqların demək olar ki, yalnız damarları qalır. Mübarizə tədbiri olaraq payızda və erkən yazda ziyanvericinin yumurta qoyduğu budaqlar kəsilir, bağdan kənar edilib, yandırılır. Mübarizə məqsədilə aprel ayında Siperkor, Fazalon, Bİ-58 insektisidlərindən istifadə olunaraq çiləmə aparılmalıdır.

Açar sözlər: *badam xəstəliklər, zərərvericilər, insektisid.*

GİRİŞ

Badam (*Amygdalis communis* L.) bitkisi yabanı halda Kiçik və Ort Asiyanın dağlıq ərazilərində yayılmışdır. Azərbaycanda bu bitki qədim zamnlardan əkilib, becərilir. Akademik Ə.C.Rəcəblinin məlumatına əsasən Naxçıvanın dağlıq hissələrində xüsusən meşəliklərdə yabanı halda rast gəlinir. Badamlı adını daşıyan suyu ilə məhşurlaşan həmin kəndin adı da buradan götürülmüşdür [5].

Meyvəçilik Çayçılıq Elmi-Tədqiqat İnstitutunun Abşeron Təcrübə Stansiyasında badamın 40-dan çox sortu becərilir. Badam bitkisi 100 il və daha çox yaşamaq xüsusiyyətinə maik olub, yüksək qida, dərman və sənaye əhəmiyyətinə malikdir. Badam ləpəsində zülallar, mineral madələr, vitaminlər və yağlar var [5].

Ölkəmizdə badam bitkisinin becərilməsi üçün kifayət qədər torpaq-iqlim şəritinə malik ərazilər vardır. Fermer təsərrüfatlarının rentabelliyini yüksəltmək məqsədilə badam bitkisi ən gəlirli bitki sayılır.

Tədqiqatlar nəticəsində məlum olmuşdur ki, çoxillik bitkilərdə xəstəliyə yoluxma ehtimalı birillik bitkilərlə nisbətən çox yüksəkdir. Badam bağlarından yüksək məhsul əldə etmək üçün görüləcək aqrotexniki tədbirlər içində fitopatogen mikroorqanizmlər bitkiyə vurduğu zərərin qarşısını almaq əsas amil sayılır. Bundan başqa xəstəliklərlə inteqrir mübarizə tədbirləri içərisində aqrotexniki, təsərrüfat, profilaktiki, bioloji, kimyəvi, üsullar rasional surətdə tətbiq olunmalıdır [2].

Respublikamızda meyvəçilik sahəsində tədqiqat işləri aparan alimlərin qarşısında duran vəzifələrdən ən əsası seleksiya yolu ilə ətraf mühitin stress amillərinə, xəstəlik və zərərvericilərə davamlı sortların alınması istiqamətində olmalıdır [3].

1991-ci ilin Avropa İttifaqının definitsiyasında inteqrir bitki mühafizəsinin tərifi belə səslənir: bioloji, biotexnoloji, kimyəvi, aqrotexniki və seleksiya xarakterli tədbirlərin tətbiqi ona yönəldilir ki, zərərli orqanizmlərlə yoluxma aşağı olsun ki, təsərrüfata ziyan dəyməsin və bu zaman kimyəvi preparatların istifadəsi ən sonuncu həddə qədər məhdudlaşdırılsın [4].

Tədqiqatın metodologiyası

Tədqiqatlar Meyvəçilik Çayçılıq Elmi-Tədqiqat İnstitutunun Abşeron Təcrübə Stansiyasında becərilən badam sortları üzərində aparılmışdır. Bu sortlar Quara, Abşeron-1, Mərdəkan-1, Növrəst və s. aiddir. Tədqiq olunan sortlarda fenoloji müşahidələr zamanı mövsüm ərzində bəzi xəstəlik və zərərvericilər müşahidə olunmuşdur. Bu xəstəlik [1, 6, 7] və zərərvericilər [4]. Müəyyən olunaraq, onlara qarşı mübarizə tədbirləri işlənib hazırlanmışdır.

Nəticələr və onların müzakirəsi.

Meyvəçilik və Çayçılıq Elmi-Tədqiqat İnstitutunun Abşeron Təcrübə Stansiyasındakı badam kolleksiyasında fenoloji müşahidələr zamanı bəzi xəstəlik və zərərvericilər aşkar olunmuş, onlara qarşı mübarizə tədbiləri işlənib hazırlanmışdır.

Pas xəstəliyi -Pileoiaria terebinthi Cast. Bu xəstəliklərdən ən geniş yayılanı pas xəstəliyidir. Pas xəstəliyinə ağacların yarpaq və cavan zoğlarında rast gəlinir. Pas xəstəliyini törədən göbələklər (Franzschelia discofor F.) obliqat olub, yalnız canlı bitkilər üzərində çoxalır və inkişaf edirlər. Bu xəstəliyə cavan badam bağlarındakı tinglərdə daha çox rast gəlinir. Pas xəstəliyini törədən göbələklər öz inkişafı müddətində 3 nəsil verir. Patogenin sporlarında karotinə yaxın piqment-kimyəvi maddə var. Bu piqmentin təsirindən göbələyin spor və mitselləri sarı pas rənginə boyanır, buna görə də xəstəlik pas xəstəliyi adlanır.

Xəstəlik nəticəsində bitkinin yarpaqlarında fotosintez prosesi pozulur, bitki zəifləyir, nəticədə yarpaqlar yerə tökülür. Birhüceyrəli esiosporlar yarpaqlara sirayətlənərək mayın

sonlarında yarpaq ayasının altında qonur, tünd-qonur rəngli yastıqcıqlar uredinsporlar əmələ gətirir, nəticədə yarpaqlar vaxtından əvvəl tökülür. Bu xəstəliyə qarşı Bordo, Kurzat, Minella, Strobi və s. fungisidlərindən istifadə etmək olar.

Kitrə buraxma və ya homnoz. Ağaclarda budaq və gövdələrdə qatı yapışqana oxşar maddə müşahidə olunur. Bu kitrə adlanır. Kitrə əvvəl duru olu, sonradan isə bərkiyir, şüşəşəklində olur. Ağacların kitrə buraxmasının səbəbləri müxtəlifdir. Bunlar fizioloji və parazit xarakterində ola bilər. Bu çox vaxt klasterosporioz, bakterial xərçəng, manilioz və başqa təhlükəli xəstəliklərin təsirindən olur. Kitrənin əmələ gəlməsinə əlverişsi hava şəraiti (budaq və gövdələrin şaxtadan donması, günəşdən baş verən yanıqlar), normal qidalanmanın olmaması və s. amillər ola bilər. Kitrənin patoloji proses nəticəsində yaranması kambidə meydana gəlir, çünki kambi hüceyrələri yeni qabıq və oduncağın hüceyrələrini əmələ gətirmir. Kambi qatında böyük, örtüyü qalın nişasta ilə zəngin olan anormal hüceyrələr formalaşır. Belə qeyri-spesifikliyə malik hüceyrələr toplanan zaman hüceyrə arası maddələr şişir, hüceyrənin hidrolozi başlayır. Hüceyrənin örtükyü və ona yaxın olan parçalanma maddələri qabığın altına yığılır. Sonra müxtəlif səbəblərdən əmələ gəlmiş yarıqdan xaricə çıxır və kitrə əmələ gəlir.

Bu xəstəlikdən badam ağaclarını qorumaq üçün müxtəlif profilaktik tədbirlər görülməlidir. Belə ki, gübrə dozalarını, xüsusən azotu çox vermək olmaz. Alaq otlarına qarşı mübarizə aparmaq və torpağı yumşaltmaq lazımdır. Gövdəni əhənglə ağardıb termiki zədələrə imkan verməmək lazımdır (şəkil 1).



Şəkil 1. Kitrə buraxma və ya homnoz.

Badamın xallanma xəstəliyi. Göbələk mənşəli olan xallanma xəstəliyinə əsasən yarpaq, çiçək ləçəkləri, budaqlar və meyvələrdə rast gəlinir. Xəstəliyin əlamətlərini yarpaqlarda daha aydın görmək olur. Bitkidə tumurcuqlar açılmamışdan əvvəl budaqlarda qırmızımtıl xallar əmələ gəlməyə başlayır. Bu xallar müxtəlif formalarda olmaqla, kənarları qəhvəyi haşiyəli olur. Bu xəstəliyə yoluxmuş badam bitkisində meyvələrin forması deformasiya etmiş kimi olur, daha sonra isə yerə tökülür. Bu xəstəliyin törədicisi mitseli və kandidi şəklində meyvələrin tumurcuq və yerə tökülmüş meyvələrində qışlayırlar.

Xəstəlik ətraf mühit amillərinin təsiri nəticəsində yaranır. Belə bitkilərdə yazda və payızda xəstə budaqları kəsmək və yandırmaq lazımdır. Yerə tökülmüş xəstə yarpaq və meyvələr də torpaqdan yığılıb sahədən tamamilə kənarlaşdırılmalıdır. Kolleksiya sahəsində profilaktika məqsədilə tumurcuqlar açılmazdan əvvəl bitkilərə bütövlükdə Bordo, Karbendazin, Topsin, Valsazeb-80 BD maddələri ilə çiləmə aparılmalıdır (şəkil 2).



Şəkil 2. Badamın xallanma xəstəliyi

Yuxarıda qeyd etdiyimiz xəstəliklərdən başqa badam kolleksiyasında bəzi zərərvericilərə də rast gəlinmişdir.

Badam mənənəsi. Bu zərərverici əsasən ağacların cavan zoğ və yarpağında parazitlik edib, onu zədələyir. Belə yarpaqlar büzüşür, formasını dəyişir, eninə və ya uzununa spiralvari burulur. Zərərvericinin sürfələri 1-12^{0}C temperaturda yumurtadan çıxır, 15-25 gündən sonra yetkin fərdə çevrilir. Zərərverici ilə yoluxmuş ağaclarda mənənənin sayı mayda pik həddə çatır, nəticədə meyvə ağaclarının bütün yarpaqları zədələnmiş olur.

Zərərverici ilə mübarizə məqsədilə yaz və payız aylarında profilaktiki olaraq aqrotexniki tədbirlər görülməlidir. Bunun üçün əvvəlcə gövdənin və budaqların qabığında qışlamış yumurtalar təmizlənməli, kolleksiya sahəsindən çıxarılmalıdır. Aprel ayında 2-3 dəfə insektisidlərlə çiləmə aparılmalıdır (şəkil 3).



Şəkil 3. Badam mənənəsi

Həlqəvi ipəksarıyan - Malacosoma neustra L. Bu zərərverici yay aylarında bir nəsil verir, yumurtası silindrikdir, tırtılları tüklüdür, uzununa zolaqlıdır, rəngi mavi və ya şabalıdıdır. Badam

ağacına əsasən bu zərərvericinin tırtılları ziyan vurur. Tırtıllar yumurta qılafında qışlayır, apreldə tumurcuqlar açandan sonra yumurtadan çıxır. İlk vaxtlar tırtıllar tor hörür, sonra yalançı ayaqlarını bu tora ilişdirib, hərəkətsiz dayanır.

Birinci ay tırtıllar ağacın çiçək ləçəklərini, böyüyəndən sonra ağacın yarpaqları və budaqlarını yeyirlər. yarpaqların demək olar ki, yalnız damarları qalır. İyunda kəpənəklər uçur və ağacın nazik budağında 400-ə yaxın nazik həlqəvi yumurtalar qoyur. Yumurta embrionunun inkişafı oktyabrda başa çatır. Qışı gövdənin qalın qabığının altında keçirirlər.

Mübarizə tədbiri olaraq payızda və erkən yazda ziyanvericinin yumurta qoyduğu budaqlar kəsilir, bağdan kənar edilib, yandırılır. Aprel ayında Siperkor, Fazalon, Bİ-58 insektisidlərindən istifadə olunaraq çiləmə aparılmalıdır.

Nəticə

1. Bağlarda daim müşahidələr aparılmalı, ağacların xəstə yarpaqları, budaqları kəsilib bağdan kənarda yandırmalıdır.

2. Ağaclarda xəstəlik və zərərvericiləri vaxtında aşkar etmək üçün bağda ağaclara feromon tələlər quraşdırılmalıdır.

Ədəbiyyat

1. Cəfərov İ. – Fitopatalogiya. Bakı. "Şərq-Qərb", 2012, 566 s.

2. Məmmədov C.Ş. və b. Badam tingliyinin becərilməsi və mühafizə edilməsi Azərbaycan Aqrar-elmi jurnalı, №-1, 2008. s. 55-58

3. Məmmədov C.Ş. və b. Badam bitkisiin becərilməsi. Bakı. Müəllim ., 2009., s.36.

4. Məmmədov C.Ş., Əliyev M.M., Cahangirov X.Ə., Məmmədova G.C., Nəbiyeva N.D. Subtropik bitkilərin xəstəlik və zərərvericiləri, onlara qarşı mübarizə tədbirləri. Bakı, Müəlim nəşriyyatı, 2017, 360 s.

5. Sadıqov Ə.N. Azərbaycanda yayılmış meyvə bitkiləri. Bakı, Müəlim nəşriyyatı, 2023, 632 s.

6. Кошкарова Д.Д. Защита субтропических культур от болезней. Ж.Садоводства и виноградарство. №-2. 1992.

7. Кошкарова Д.Д. Опасные болезни миндаля на Апшероне. Сб. тр. Аз НИИС и СК, Баку, 1979, с. 184-189.

8. Amirli F.A., Aghamaliyev Z. Z., Abdullayeva I.G., Pashayeva Z.N.&Aghamaliyeva D.B. The role of nutrition in ensuring healthy living. Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2(148), 2024., 629-638.

Diseases and pests of the almond plant and control measures

[1]Mammadov J.Sh., [1]Mammadova G.J. [1,2]Arabzade A.A., [2]Aliyeva Z.N.

[1]Absheron Experimental Station of the Scientific Research Institute of Fruit and Tea Growing of the Ministry of Agriculture

[2]Azerbaijan State Oil and Industry University

E-mail:celal.memmedov50@gmail.com, ORCIDE ID: https://orcid.org/0009-0007-0445-6741

E-mail:gohar.mammadova@gmail.com ORCIDE ID: https://orcid.org/0009-0001-4768-8872

*E-mail:*aynur.arabzade@asoiu.edu.az, ORCIDE ID: 0009-0009-3531-8688

*E-mail:*zahide.aliyeva@asoiu.edu.az, ORCIDE ID: 0000-0002-2758-2421

Summary

Diseases and pests of almond (*Amygdalis communis* L.) plants have been studied on the Absheron Peninsula, and measures to combat them have been developed. The studies were conducted on almond varieties cultivated at the Absheron Experimental Station of the Scientific Research

Institute of Fruit Growing and Tea Growing. These varieties include Guara, Absheron-1, Mardakan-1, Novrast, etc. Rust disease, Kitra leaf spot or homnose, Almond spot disease, as well as Almond spot and ring spot were observed in almond varieties. Rust disease - Pileoiaria terebinthi Cast. is found on the leaves and young shoots of trees. The fungi that cause rust disease (*Franzschelia discofor* F.) are obligate and reproduce and develop only on living plants. As a result of the disease, the photosynthesis process in the leaves of the plant is disrupted, the plant weakens, and as a result, the leaves fall to the ground. Bordeaux, Kurzat, Minella, Strobi, etc. fungicides can be used against this disease. Gummy or gummy is a thick, sticky substance that is observed on the branches and trunks of trees. This is called gummy. This is often caused by the effects of clusterosporiosis, bacterial cancer, maniliosis and other dangerous diseases. It is necessary to whiten the trunk with lime and prevent thermal damage. Almond spot disease begins to form reddish spots on the branches before the buds open. In almond plants infected with this disease, the shape of the fruits becomes deformed, and then they fall to the ground. Before the buds open, the plants should be sprayed with Bordeaux, Carbendazim, Topsin, Valsazeb-80 BD. The almond moth pest mainly parasitizes and damages young shoots and leaves of trees. Such leaves shrivel, change shape, and twist in a spiral shape transversely or longitudinally. Spraying with insecticides should be carried out 2-3 times in April. The ringed silkworm pest produces one generation in the summer months, its eggs are cylindrical, its caterpillars are hairy, longitudinally striped, and are blue or chestnut in color. The caterpillars of this pest mainly damage the almond tree. In the first month, the caterpillars eat the flower petals of the tree, and after they grow, the leaves and branches of the tree. Almost only the veins of the leaves remain. As a control measure, in autumn and early spring, the branches on which the pest laid eggs are cut, removed from the garden, and burned. For control purposes, spraying should be carried out in April using the insecticides Siperkor, Fazalon, and BI-58.

Keywords: almond diseases, pests, insecticide

Болезни и вредители миндального растения и меры борьбы

[1]Мамедов Дж.Ш., [1]Мамедова Г.Дж. [1,2]Арабзаде А.А., [2]Алиева З.Н.

[1]Абшеронская опытная станция Научно-исследовательского института плодоводства и чая Министерства сельского хозяйства,
[2]Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
E-mail:celal.memmedov50@gmail.com, ORCIDE ID: https://orcid.org/0009-0007-0445-6741
E-mail:gohar.mammadova@gmail.com ORCIDE ID: https://orcid.org/0009-0001-4768-8872
*E-mail:*aynur.arabzade@asoiu.edu.az, ORCIDE ID: 0009-0009-3531-8688
*E-mail:*zahide.aliyeva@asoiu.edu.az, ORCIDE ID: 0000-0002-2758-2421

Резюме

Изучены болезни и вредители растений миндаля (*Amygdalis communis* L.) на Апшеронском полуострове и разработаны меры борьбы с ними. Исследования проводились на сортах миндаля, возделываемых на Апшеронской опытной станции НИИ плодоводства и чаеводства. К таким сортам относятся: Гуара, Абшерон-1, Мардакан-1, Новраст и др. У

сортов миндаля отмечены ржавчина, гомноз, пятнистость миндаля, а также фитофтороз и кольцевая пятнистость. Ржавчина - Pileoiaria terebinthi Cast. Встречается на листьях и молодых побегах деревьев. Грибы, вызывающие ржавчину (*Franzschelia discofor* F.), являются облигатными, размножаются и развиваются только на живых растениях. В результате заболевания нарушается процесс фотосинтеза в листьях растения, растение слабеет, в результате листья опадают. Против этого заболевания можно использовать фунгициды «Бордо», «Курзат», «Минелла», «Строби» и др. Сок или хомноза — это густое, клейкое вещество, находящееся на ветвях и стволах деревьев. Это называется цитрин. Часто это вызвано последствиями кластероспориоза, бактериального рака, манилиоза и других опасных заболеваний. Необходимо побелить ствол известью и предотвратить термические повреждения. Пятнистость миндаля начинается с появления красноватых пятен на ветвях еще до распускания почек. У растений миндаля, зараженных этой болезнью, форма плодов деформируется, а затем они опадают на землю. До распускания почек растения следует опрыскивать бордоской жидкостью, карбендазином, топсином и валсазебом-80 BD. Вредитель миндальная моль паразитирует в основном на молодых побегах и листьях деревьев. Такие листья сморщиваются, меняют форму и скручиваются в спираль, горизонтальную или вертикальную. Опрыскивание инсектицидами следует проводить 2–3 раза в апреле. Вредитель кольчатого шелкопряда дает одно поколение в летние месяцы, его яйца имеют цилиндрическую форму, гусеницы мохнатые, продольно-полосатые, синего или каштанового цвета. Гусеницы этого вредителя в основном повреждают миндальное дерево. В течение первого месяца гусеницы питаются лепестками цветов дерева, а по мере роста они поедают листья и ветви дерева. От листьев остались почти только прожилки. В качестве меры борьбы ветви, на которых вредитель откладывает яйца осенью и ранней весной, обрезают, удаляют из сада и сжигают. В целях борьбы в апреле следует проводить опрыскивание инсектицидами Сиперкор, Фазалон, БИ-58.

Ключевые слова: болезни миндаля, вредители, инсектицид

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1221

NEFT KOKSU ƏSASINDA ALTERNATIV YANACAQLARIN ALINMASI

Əzizağa Qurbanov[1], Mehman Rəcəbli[2]

Akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kimya texnologiya fakültəsi, Bakı, Azərbaycan
[2] mehmanrajabli@gmail.com

XÜLASƏ

Məqalə Azərbaycanın yerli xammal mənbələri əsasında alternativ koks- yanacaq briketlərinin alınmasına həsr olunmuşdur.

Yüksək keyfiyyətli bərk yanacaq briketlərinin alınmasında əlaqələndirici kimi neft bitumu ilə qudronun asfaltsızlaşdırılmasının qalığından və yağların seçici həlledicilərlə təmizlənməsinin ekstraktından ibarət optimal tərkibli kompozisiya təklif olunmuşdur. Doldurucu qismində isə H.Əliyev adına BNEZ-nin tədrici kokslaşma qurğusundan götürülmüş KZ-0 markalı koks tozundan istifadə olunmuşdur.

Həm doldurucunun həm də, əlaqələndiricilərin yerli xammallar kimi istifadəsi tədqiqatın iqtisadi və ekoloji cəhətdən aktuallığı ilə seçilir.

Koks yanacaq briketlərinin hazırlanması üçün optimal yumşalma temperaturu 65-75^{o}C olan neft bitumu yüksək göstəricilərə malik briketlərin alınmasına imkan vermişdir. Əlaqələndiricinin təşkil edən komponentlərin optimal nisbətində bitum-7,0-10,0%, asfalt-1,5-3,0%, ekstrakt-1,5-3,0% alınmış koks-yanacaq briketlərinin istifadəyə yararlı olduğunu təcrübələr əsasında öyrənilmişdir.

Optimal şəraitdə alınmış koks-yanacaq briketləri digər yanacaq briketləri (daş kömür, qonur kömür) ilə müqayisədə yüksək keyfiyyət göstəricilərinə malik olmaqla ekoloji cəhətdən əlverişli hesab oluna bilər.

Açar sözlər: *bitum, asfaltsızlaşma asfaltı, ekstrakt, KZ-0 fraksiyası.*

GİRİŞ

Aparılmış tədqiqatlar Azərbaycan Respublikasında alternativ və bərpa olunan enerji ehtiyatlarından səmərəli istifadə olunması istiqamətində qəbul olunmuş Dövlət proqramının tərkib hissəsi olmaqla öz aktuallığı ilə diqqəti cəlb edir. Bunu nəzərə alaraq neft emalı sənayesinin qalıq məhsulları əsasında koks-yanacaq briketlərinin alınması üçün xammal və əlaqələndiricilərin seçilməsi, komponentlərin optimal nisbətinin tapılması və yüksək keyfiyyət göstəricilərinə malik briketlərin əldə edilməsi məqsədilə tərəfimizdən geniş və hərtərəfli elmi araşdırılmalar aparılmışdır. Dövrü ədəbiyyatlarda və patentlərdə briketlərin hazırlanması texnologiyası barədə geniş məlumatlar vardır [1,2].

Rusiya Federasiyasında daş kömür əsasında illik məhsuldarlığı 1 mln t/il olan sənaye qurğusu inşa edilmişdir [3]. Briketlərin istehsalı yüksək rentabelliyə malikdir və onlar digər yanacaq növləri ilə rəqabət səviyyəsindədir. Belə ki, neft koks briketlərinin faydalı iş əmsalı daş kömür briketlərinə nisbətən 25-30% yüksəkdir, onların əmələ gəlməsi zamanı yaranan tüstü qazlarının tərkibində kükürdlü birləşmələrin miqdarı 15-20% az olmaqla daha aşağı kül əmələ gətirirlər [4].

Daş və qonur kömürlərdən yanacaq briketlərinin istehsalının geniş yayılmamasının əsas səbəblərindən biri də ekoloji cəhətdən təmiz əlaqələndiricilərin xammal bazasının məhdud olması və istehsalının maya dəyərinin yüksək olması ilə izah oluna bilər.

Daş kömürün briketlənməsində əlaqələndirici kimi istifadə olunan daş kömür peklərinin mənfi cəhəti onların zəhərli olmasıdır. Onlar yandırıldıqda olduqca təhlükəli maddələrdən hrsab edilən blizopren alınır ki, bu insan həyatına ciddi təsir etməklə xərçəng xəstəliyinin yaranmasına səbəb olur [5].

Aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, qonur kömürlərdən yanacaq briketlərinin hazırlanmasında hissəciklərin ölçüsü 0-6 mm, nəmliyi 19-20% və preslənmə təzyiqinin 800-1000 kq/m^3 olması məqsədəuyğun hesab edilir. Bu şəraitdə daha yumşaq qonur kömürlərdən hazırlanmış briketlərin əyilməyə qarşı davamlığı 10-20 kq/m^3, sıxılmaya qarşı isə 100-150 kq/m^2 hədlərində olur [3].

Hazırda daş və qonur kömürlərin briketlənməsi üçün əlaqələndirici kimi pekdən istifadə olunur. Hər iki xammal komponentinin eyni sənaye sahəsinə aid olması iqtisadi cəhətdən əlverişli olsada ekoloji cəhətdən əlverişli deyildir.

Son dövrlərdə yanacaq briketlərinin alınmasında əlaqələndirici kimi yerli neft emalı zavodlarında istehsal olunan bitumlardan istifadə edilməsi daha məqsədəuyğun hesab olunur. Lakin bu bitumların keyfiyyət göstəriciləri aşağı olduğundan, alınmış briketlərin möhkəmliyi tələblərə cavab vermir [3,4].

Belə bitum əlaqələndiricisinin yumşalma temperaturu 65-75^oC olduğu üçün onlardan birbaşa istifadə zamanı alınan briketlər aşağı keyfiyyətli hesab olunur. Bitumların yenidən oksidləşdirilməsi zəruri hesab olunduğundan briket istehsalı iqtisadi cəhətdən əlverişli hesab olunur. Azərbaycanda neft emalının intensiv inkişafı və yerli neftlərdən daha keyfiyyətli müxtəlif çeşidli ağır neft qalıqlarının alınması onların yanacaq koks briketlərinin istehsalına cəlb olunmasına imkan yaradır [1].

Tədqiqat

Apardığımız elmi tədqiqatlarda yerli xammallar kimi tədrici kokslaşma qurğusunda alınan qeyri standart koks tozu ilə (KZ-0 mm) müxtəlif ağır neft qalıqlarının iştirakı əsasında yhüksək keyfiyyətli koks-yanacaq briketlərinin alınması şəraiti öyrənilmişdir.

Xammal kimi H.Əliyev adına Neft Emalı Zavodlarının tədrici kokslaşma qurğusunda alınan qeyri standart koks fraksiyasının – kok tozunun (KZ-0) xarakterik göstəriciləri cədvəl 1-də göstərilmişdir.

Cədvəl 1. Neft koksunun əsas xarakterik göstəriciləri

Xammal	Sıxlıq, kq/m^3, 25^0C-də	Yüngül uçucu birləşmələrin miqdarı, % kütlə	Kükürdün miqdarı, % kütlə	Kül əmələgətirmə, %
Koks tozu (KZ-0 mm)	2060-2080	13,0	0,13	0,2

Cədvəl 1-dən göründüyü kimi briket xammalının tərkibində olan kükürdlü birləşmələrin minimum təşkil etməsi, onun nisbətən daha az kül əmələgətirmə xassəsi, hazırlanmış briketlərin məişətdə, istimai və sosial obyektlərdə istifadəsinə tam yararlı hesab oluna bilər.

Tədqiqatlar zamanı ilk növbədə briketlərin alınması üçün daha geniş xammal bazasına malik əlaqələndirici kimi qudronun oksidləçdirilməsindən alınmış bitumdan istifadə olunması sınaqdan keçirilmişdir. İstifadə olunan bitumun əsas keyfiyyət göstəriciləri laboratoriya tədqiqatları əsasında öyrənilmiş və nəticələr aşağıdakı cədvəl 2-də öz əksini tapmışdır:

Cədvəl 2. Bitumun əsas xafrakterik göstəricilri

№	Göstəricilərin adları	Tədqiqat dəlilləri
1	Həlqə və kürə üsulu ilə yumşalma temperaturu, ^{0}C	55-65
2	Penetrasiya göstəricisi, 25^{0}C-də x 0,1 mm	65-70
3	Duktillik, (dartılma), sm	
4	Alışma temperaturu, ^{0}C	220

Briketlərin hazırlanmasında istifadə olunan bitum qudronun 250-265^{0}C temperaturda havanın təsiri ilə oksidləşdirilməsindən alınmışdır.

Təcrübələrin gedişində neft bitumunun digər ağır neft qalıqları asfaltlaşma asfen, yağların seçici həlledicilərlə təmizlənməsindən alınan ekstraklarda əlaqələndirici komponenti kimi istifadə olunmuşdur. Tədqiqatlarda istifadə olunmuş ağır neft qalıqlarının fiziki-kimyəvi xassələri laboratoriya şəraitində öyrənilmişdir.

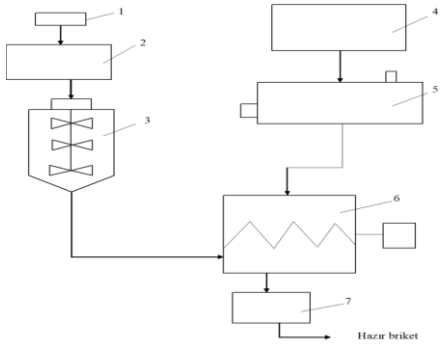
Cədvəl 3. Yağların seçici həlledicilərlə təmizlənməsindən alınmış ekstraktın fiziki-kimyəvi göstəriciləri

№	Göstəricilərin adları	Göstəricilərin qiyməti
1	Sıxlıq, 20^{0}C, kq/m^3	970,0
2	Kokslaşma dərəcəsi, % kütlə	17,0
3	Kül əmələgətirmə, % kütlə	0,035
4	Kükürdün miqdarı, % kütlə	0,96

Cədvəl 4. Asfaltsızlaşma asfaltının fiziki-kimyəvi göstəriciləri

№	Göstəricilərin adları	Göstəricilərin qiyməti
1	Sıxlıq, 20^{0}C, kq/m^3	10,46
2	Yumşalma temperaturu, ^{0}C	90-95
3	Kül əmələgətirmə, % kütlə	0,90
4	Kokslaşma dərəcəsi, % kütlə	37,0
5	Kimyəvi qrup tərkibi, %	
6	Yağlar	16,3
7	Qətranlar	21,7
8	Asfaltenlər	62,0

H.Əliyev adına BNEZ-nin tədrici kokslaşma qurğusundan götürülən koks tozu (KZ-0), bitum və müxtəlif ağır neft qalıqları əsasında yanacaq-koks briketinin alınmasının prinsipial sxemi şəkil 1-də gösrərilmişdir.



Şəkil 1. Koks-yanacaq briketinin alınmasının prinsipial sxemi:
1-modifikator tutumu; 2-əlaqələndirici tutumu; 3-qarışdırıcı; 4-koks bunkeri; 5-qızdırıcı; 6-şnek qarışdırıcısı; 7-hidrovlik pres

Qurğu aşağıdakı ardıcıllıqla işləyir:

Əvvəlcə modifikator tutumundan (1) götürülən modifikator əlaqələndirici ilə qarışdırılır (3); Koks tozu tutumundan (4) götürülən KZ-0 hissələri əvvəlcə qızdırıcıda (5) qurudulur və şnek qarışdırıcısına (6) daxil olur. Burada koks hissəcikləri ilə əlaqələndirici (bitum, asfalt, ekstrakt) və modifikator kütlələrinin tam qarışdırılması həyata keçirilir. Alınmış kütlə hidravlik presə (7) daxil olur və lazımi təzyiqlə sıxılır. Sonra isə presformada alınmış briket çıxarılır və sonrakı sınaq yoxlamalarına verilir. Müxtəlif ağır neft qalıqlarından istifadə olunmaqla hazırlanmış briketlər sıxılma və sürtünməyə qarşı davamlığı, kül əmələgətirmə və yanma müddətinin təyini üzrə sınaqlar keçirilmişdir. Sıxılmaya qarşı davamlılıq, hidravlik presdə silindrik formalı briketin bütün səthinə edilən təzyiqə görə müəyyən edilmişdir. Sürtünməyə qarşı davamlılıq isə briketləri standart barabanda yerləşdirməklə təyin edilmişdir. Sürtünməyə qarşı davamlılığın ədədi qiyməti, baraban 100 dövr etdikdən sonra deşiklərinin ölçüsü 250x25 mm olan ələkdə qalmış kütləsinin briketin ilkin kütləsinə olan nisbətinə əsasən təyin edilmişdir. Tədqiqatlar əsasında briketlərin mexaniki möhkəmliyinin əlaqələndiricinin keyfiyyətindən, miqdarından, yumşalma temperaturundan, koks dənələrinin əlaqələndirici ilə qarışmadan əvvəlki nəmliyindən və peslənmə təzyiqindən asılılığı öyrənilmişdir. Müxtəlif əlaqələndiricələrin iştirakı ilə alınmış briketlərin fiziki-mexaniki xassələri cədvəl 5-də göstərilmişdir.

Alınmış nəticələrdən göründüyü kimi, əlaqələndirici yalnız bitumdan ibarət olduqda briketin möhkəmliyi nisbətən azalır (82,5%). Bitum-asfalt əlaqələndiricinin iştrakı ilə alınmış briketlərin möhkəmliyi isə təxminən dəyişməz qalır. Xammala əlavə olunmuş modifikatorlar kimyəvi tərkibindən asılı olaraq briketlərin möhkəmliyi bir-birindən fərqlənir. Əlaqələndiricinin tərkibinə verilən modifikatorların mexaniki möhkəmliklə yanaşı kül əmələ gəlmənin azalmasına da imkan verir. Təcrübə göstərmişdir ki, briketlərin mexaniki möhkəmliyinə daha çox təsir edən faktorlardan biri də əlaqələndicinin adgeziya xassəsi və yumşalma temperaturudur. Bunu istiqamətdə aşağıda aparılmış tədqiqatların nəticələrindən görmək mümkün olmuşdur (cədvəl 6).

Cədvəl 5. Briketlərin fiziki-mexaniki xassələrinin əlaqələndiricilərin keyfiyyətindən aslılığı.

№	Briketlərin hazırlanmasında əlaqələndiricilərin tərkibi və miqdarı %(kütlə)	Briketlərin mexaniki möhkəmliyi			
	bitum	asfalt	ekstrakt	sıxılma təziqi MPa	sürtünməyə qarşı möhkəmlik, %(kütlə)
1	10,0	-	-	4,0	83,5
2	7,0	3,0	-	9,0	93,8
3	7,0	-	3,0	4,8	84,0
4	7	1,5	1,5	9,5	94,5

Cədvəl 6. Əlaqələndiricinin tərkibinin və yumşalma temperaturunun briketlərin möhkəmliyinə təsiri.

№	Əlaqələndiricilərin tərkibi və miqdarı %(kütlə)			Yumşalma temperaturu, ^oC	Sıxılmaya qarşı möhləmlik, MPa	Sürtünməyə qarşı möhkəmlik, MPa
	Bitum	Asfalt	Ekstrakt			
1	10,0	-	-	51,0	1,2	62,0
2	7,0	3,0	-	58,0	3,9	74,6
3	7,0	-	3,0	65,0	4,0	85,0
4	7,0	1,5	1,5	75,0	4,2	83,2

Göründüyü kimi, əlaqəndiricinin optimal temperaturunun 68-75 ºC temperaturda olması zamanı daha yaxşı nəticələr alınmışdır. Koks-yanacaq briketlerinin səmərəlilik göstəricisi kimi əlaqələndiricilərin sərfi və preslənmə təzyiqinin optimal qiymətləri praktiki əhəmiyyətə malikdir. Əlaqələndiricinin miqdarının və preslənmə təzyiqinin briketlərin möhkəmliyinə təsiri apardığımız tədqiqatlar əasasında öyrənilmişdir. Həmin tədqiqatların nəticələrinə görə preslənmə zamanı təzyiqini artması briketlərin mexaniki möhkəmliyinin artmasına səbəb olur. Bitum sərfinin 10% təşkil etdikdə mexaniki möhkəmlik artır, bu rəqəm yüksək olduqda briketin sıxılma anındakı davamlığının azalması ilə nəticələnir. Əlaqələndiricinin sərti və preslənmə təzyiqinin qiymətlərindən asılı olaraq briketlərin möhkəmliyinin dəyişməsi cədvəl 7-də verilmişdir.

Cədvəl 7. Əlaqələndiricinin sərfi və preslənmə zamanı təzyiqin dəyişməsinin briketenin möhkəməsinə təsirinin nəticələri.

Təzyiq, MPa	Əlaqələndiricinin sərfi, % kütlə	briketlərin	mökəmliyi
		Sıxılma zamanı, MPa	sürtünmə zamanı, MPa
70,0	5,0	3,0	50,5
	7,0	4,3	63,5
	10,0	6,0	82,0
	15,0	5,5	83,0
95,0	5,0	3,1	59,0
	7,0	5,0	70,2
	10,0	8,0	89,5
	15,0	6,0	89,8
125,0	5,0	4,0	70,0
	7,0	6,1	80,6
	10,0	9,2	90,1
	15,0	7,1	93,2

Göründüyü kimi təzigin artması sürtünməyə qarşı davamlığın artmasına səbəb olur. Əlaqələndiricinin sərfi ilə sürtünməyə qarşı davamlıq arasında asılılıq xətti xarakter daşıyır.

Apardığımız tədqiqatların nəticələrinə əsasən yanacaq- kok briketlərinin alınmasında xammal komponentlərinin optimal nisbəti aşağıdakı kimi təklif olunmuşdur: doldurucu- 88,0%, əlaqələndirici- 10,0%, modifikator- 2,0%.

Nəticə

1. Yüksək keyfiyyətli yanacaq- koks briketlərinin alınmasında bitum və onun ağır neft qalığları ilə qarışığından- bitum 7-10%; asfaltsızlaşma asfalt- 11,5- 3,0%; yağların selektiv təmizlənməsinin ekstraktı- 1,5-3%; və 1,5% ibarət optimal komponent tərkibi müəyyən edilmişdir.
2. Briketlərin sıxılmaya və sürtünməyə qarşı davamlığının ən yüksək göstəricisinin əldə edilməsi üçün komponentlərin optimal nisbət doldurucu (KZ-0)- 90%, bitum- 7,0%, asfaltit- 3,0% və doldurucu- 90%; bitum- 7%; asfaltit- 1,5%; ekstrakt- 1,5% müəyyən edilmişdir. Briket nümunələrinin sıxılma və sürtünməyə qarşı möhkəmlikləri birinci komponentin nisbətində 9,0MPa və 93,8%, ikinci komponentlər birinci komponentin nisbətində 9,0 MPa və 93,8%, ikinci komponentlər nisbətində isə 9,5 MPa və 94,5% təşkil etmişdir.
3. Əlaqələndiricilərin optimal nisbətlərində bitumun yumşalma temperaturunun 65 və 75ºC olduğu halda briketlərin sıxılmağa və sürtünməyə qarşı möhkəmlik göstəricilərinin yüksəlməsi

təmin olunur.

Ədəbiyyat
1. Mirzəyev R.Ş. Neft emalı qalıqlarının səmərəli istifadə üsullarının tədqiqi və sənayedə tətbiqinin işlənməsi. Doktor dissertasiyası, Bakı, 2005.
2. Səlimova H.A., Ганиева Т.Ф., Керимов Р.А. Нефтехимия и нефтепереработка, 1992, №10.s. 17
3. Елишевич А.Т., Брикетирование каменного угля с нефтяным связующим М.Недра, 1988, 264 с.
4. Шувалов Ю.В. Брикетирование нетрадиционных видов топлива горный информационно- аналитический бюллетень., 2005, №9, с.161-166.
5. Петрова Г.Н. Экологические аспекты брикетирование углей. Наука и образования. Изд. Государственное учреждение АН Республика Саха (Якутия), 2006, №1, с.12-22.

PRODUCTION OF ALTERNATIVE FUELS BASED ON PETROLEUM COKE

Azizagha Gurbanov1, Mehman Rajabli2
1Academician Y.H. Mammadaliyev Institute of Petrochemical Processes of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan
2 Department of Chemical Technology, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan
2 mehmanrajabli@gmail.com

ABSTRACT
The article is devoted to the production of alternative coke-fuel briquettes based on local raw material sources in Azerbaijan. An optimal composition of a binder, consisting of petroleum bitumen and the residue from the deasphalting of tar, as well as the extract from the selective solvent refining of oils, has been proposed for the production of high-quality solid fuel briquettes. As a filler, KZ-0 grade coke powder obtained from the delayed coking unit of the Heydar Aliyev Oil Refinery was used. The use of both the filler and binders as local raw materials makes this research economically and environmentally relevant.
For the preparation of coke-fuel briquettes, petroleum bitumen with an optimal softening temperature of 65-75°C enabled the production of high-performance briquettes. The optimal ratio of the binder components was determined as follows: bitumen 7,0-10,0%, asphalt 1,5-3,0%, extract 1,5-3,0%. Experimental studies confirmed that the obtained coke-fuel briquettes are suitable for use.
The coke-fuel briquettes produced under optimal conditions have superior quality indicators compared to other fuel briquettes (such as hard coal and lignite) and can be considered environmentally friendly.

Keywords: bitumen, deasphalting asphalt, KZ-0 fraction.

ПОЛУЧЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ НЕФТЯНОГО КОКСА

Азизага Гурбанов1, Мехман Раджабли2

1 Институт нефтехимических процессов имени академика Ю.Г. Мамедалиева Министерства науки и образования Азербайджанской Республики, Баку, Азербайджан
2 Кафедра химических технологий, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан
2 mehmanrajabli@gmail.com

АННОТАЦИЯ
Статья посвящена получению альтернативных кокс-горючих брикетов на основе местных сырьевых источников Азербайджана. Для получения высококачественных твердых топливных брикетов предложен оптимальный состав связующего, состоящего из нефтяного битума, остатка после деасфальтизации гудрона и экстракта селективной очистки масел растворителями. В качестве наполнителя использован кокс марки KZ-0, полученный из установки замедленного коксования на НПЗ имени Гейдара Алиева. Использование как наполнителя, так и связующих в качестве местного сырья делает данное исследование актуальным с экономической и экологической точек зрения.
Для приготовления кокс-горючих брикетов нефтяной битум с оптимальной температурой размягчения 65-75°C позволил получить брикеты с высокими эксплуатационными характеристиками. Оптимальное соотношение компонентов связующего было определено следующим образом: битум 7,0-10,0%, асфальт 1,5-3,0%, экстракт 1,5-3,0%. Экспериментальные исследования подтвердили пригодность полученных кокс-горючих брикетов для использования.
Кокс-горючие брикеты, полученные в оптимальных условиях, обладают лучшими качественными показателями по сравнению с другими топливными брикетами (каменный уголь, бурый уголь) и могут считаться экологически безопасными.

Ключевые слова: битум, асфальт деасфальтизации, фракция KZ-0.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1228

PENDİR İSTEHSALI ZAMANI FERMENTLƏRİN ALINMA MƏNBƏLƏRİ

Gülnar Şirinova[1] , Mələk Əkbərzadə[2], Günel Quliyeva[3]

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti "Kimya texnologiya fakültəsi"
[1]Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, http://orcid.org/0009-0008-5128-605X, shirinligulnar@gmail.com
[2]https://orcid.org/0009-0005-4851-2747, melek.ekberzade1@icloud.com
[3]http://orcid.org/0009-0004-1253-770X, gunel.guliyeva@asoiu.edu.az

XÜLASƏ

Məqalədə, süd məhsullarında müxtəlif fermentlərin funksiyası və istifadəsi haqqında mühüm məlumatlar əks edilmişdir. Ferment, müəyyən bir reaksiyanı sürətləndirir və canlı orqanizmlərdə gedən bütün biokimyəvi proseslərdə iştirak edir.

Süd məhsullarında istifadə olunan müxtəlif fermentlər var və onlardan bəziləri bu məhsulların allergiya əlamətlərini azaltmaqla yanaşı, pendirin dadını yaxşılaşdırmaq üçün istifadə olunur. Süd məhsullarında tətbiqi məhdud olan bir çox kiçik fermentlər mövcuddur. Bunlara laktoperoksidaza, qlükoza oksidaza, katalaza, lizozim və digərləri daxildir. Fermentlər öz fəaliyyətlərini dəqiq yerinə yetirir və hər bir ferment, başladığı müəyyən bir reaksiyanı mühüm bir nəticə ilə sonlandırır. Fermentlərdən spesifik xüsusi məqsədlər üçün istifadə oluna bilər. Belə ki, bu məqsədlərə pendir hazırlamaq, qidaların raf ömrünü artırmaq, təhlükəsizliyi təmin etmək, eləcə də südün tullantı sularını təmizləmək və s. aiddir. Süd fermentləri pendir istehsalı ilə yanaşı yoqurt, süd və süd məhsullarının emalında da istifadə olunur. Fermentlərin (məsələn, esteraz, laktaz, lipaz, proteaz və katalaza) süd istehsalı texnologiyasında və qida texnologiyasında istifadəsi yaxşı məlumdur.

Pendir istehsalında rennin adlanan bir ferment var ki, onun da mühüm təsir göstəricilərini qeyd etnək olar . Rennin, adətən, keçi, quzu, buzov və s. kimi gənc məməlilərin dördüncü mədəsinin təbəqəsindən alınan bir fermentdir. Yəni o, südü əsas qida mənbəyi kimi qəbul edilən gənc heyvanlarda tapılır. Rennin, heyvanlar və mikrobioloji mənbələrdən alınan pepsin və ximozinin qarışığıdır. Südün qatıqlaşdırılması üçün əsas mərhələ kimi pendir emalı texnologiyasında istifadə olunur. Müxtəlif növ proteazlar, pendirin yaşlanmasını sürətləndirmək üçün istifadə olunur və süd zülallarını dəyişdirərək körpə qidalarında inək südü məhsullarının allergik təsirlərini azaltmağa kömək edir. Lipaz, pendirin yaşlanmasını təmin etməklə yanaşı onun dadının yaxşılaşdırılmasında da istifadə olunur. Laktaz isə adətən laktozu qlükoza və qlaktoza şəkərlərinə hidroliz etmək və şirin dadı artırmaq üçün tətbiq olunur. Buna görə də, müxtəlif növ pendirlərin hazırlanmasında və süd məhsulları sənayesində fermentlərin istifadəsi vacibdir. Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, bu ferment heyvanlardan başqa bəzi bitkilərdə də mövcuddur. Məsələn, qırmızı yarpız kimi tanınan bitkilərdə bu ferment mövcuddur. Bitki mənşəli fermentlər adətən vegetarian pəhrizinə uyğun pendirlərin hazırlanmasında istifadə olunur. Lakin heyvan rennini, bitki mənşəli fermentlərə nisbətən daha uzun raf ömrünə sahib olduğu üçün yaşlanmış pendirlərin hazırlanmasında istifadə olunur. Qida sənayesində rennin fermentinin istehsalı üçün mikroorqanizmlərdən də istifadə olunur.

Açar sözlər: *Mucor miehei, Penicillium roqueforti, fermentlər, pendir*

GİRİŞ

Südün tərkibində zülallar, süd yağı, vitaminlər və mineral maddələr (duz istisna olmaqla) mövcuddur. Süd məhsullarında bu maddələrin olması iştahı artırır. Süd məhsullarında olan qida maddələri orqanizm tərəfindən demək olar ki, tamamilə (98-99%) mənimsənilir. Bu məhsullarda A, D, E, B_1, B_2, B_{12}, PP vitaminləri, C, pantoten turşusu, həmçinin kalsium və fosfor kimi maddələr mövcuddur.

Süd məhsullarına pendir, yağ, qatıq, kefir, yoqurt, dondurma, qatılaşdırılmış süd kimi qidalar daxildir. Süd məhsulları arasında pendir insaların gündəlik qida rasionunda xüsusi yer tutur. Süd məhsullarının istehsalında xammal, yetişmə temperaturu, su, pH, ətraf mühit, mikroorqanizmlər böyük rol oynayır.[1,2]

Pendir istehsalı e.ə. 8-9 min il əvvələ aiddir. Pendir, istehlakçılar tərəfindən yalnız özünün qeyri-adi mürəkkəbliyi və müxtəlif dad xüsusiyyətləri ilə deyil, həm də əla qida dəyəri ilə yüksək qiymətləndirilən bir süd məhsulu kimi qiymətləndirilir. Bundan əlavə, süd məhsulları, o cümlədən pendir, bir çox faydalı fizioloji xüsusiyyətlərə malikdir. Məsələn, diş çürüməsinə , yüksək təzyiqə və xərçəngə , həmçinin sümük sağlamlığına müsbət təsir göstərir. Pendir süd məhsulları arasında ən önəmli yeri tutur, dünya üzrə ümumi süd istehsalının təxminən 35%-ni təşkil edir və ən azı 1000 ə qədər növü məlumdur. Bu günə qədər müxtəlif istehsal üsulları və ədviyyatlardan istifadə etməklə yüzlərlə növ pendir hazırlanmışdır. Pendir istehsalı zamanı jelatin, emulqatorlar, rəngləndiricilər, stabilizatorlar və fermentlər kimi digər maddələrdən də istifadə oluna bilər. Bu da adətən arzu olunan teksturanın əldə olunması ilə yanaşı, rəngin əldə edilməsi və raf ömrünü uzatmaq üçün qida sənayesində xüsusi rol oynayır. Pendir istehsalında istifadə edilən südün keyfiyyətindən, duzun miqdarına, yetişmə müddətindən tutmuş, saxlanma dərəcəsinə qədər hər mərhələ pendirin keyfiyyətinə təsir göstərir. Pendir istehsalında mayalardan istifadə olunur. Mayada istifadə olunan fermentlər isə heyvanlarda qidaları parçalamaq üçün xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Həzm üçün xüsusi rol oynayan fermentin pendir istehsalında istifadə edilməsi məqsədə uyğundur[3]. Belə ki, südü pendirə çevirən zaman aşağıdakı mərhələlərə diqqət yetirmək lazımdır.

1. Süd sağılar sağılmaz onu mayalamamaq. Bu daha çox maya istifadəsinin qarşısını alır.
2. Südün laxtalanmasından sonra pendirin kütləsində qalan mayanın fəaliyyətini minimuma endirmək və pendir kütləsindəki pH-ı lazım olduğu qədər aşağı salmağa çalışmaq.
3. Fermentin optimal təsir edəcəyi temperaturları deyil, laxtalanma reologiyasını nəzərə almalı, pendir növündən asılı olaraq mayalanma istiliyini (30-35 dərəcədə) müəyyən etmək lazımdır.

Qeyd etdik ki, süd məhsulları sənayesində, pendir hazırlamaq üçün südü pendirə çevirən rennin adlı bir fermentdən istifadə olunur. Rennin, adətən yeni doğulmuş məməlilərin mədə təbəqəsindən alınır. Lakin, elmin inkişafı sayəsində, bu gün pendir istehsalçıları pendir hazırlığında mikrobioloji və ya göbələk mənşəli rennindən istifadə etməyi daha məqsədə uyğun hesab edirlər. Pendir istehsalı zamanı istifadə olunan mikroorqanizmlərdən *Penicillium roqueforti* qeyd etmək olar[4,5]. *Mucor miehei*-dən əldə edilən rennin fermenti isə qısa müddət ərzində məqsədyönlü şəkildə istifadə oluna bilər. Fermentin çox aktiv olduğunu nəzərə alaraq, südə zərər verə biləcək daha yüksək temperaturlardan (35 dərəcədən yuxarı temperatur) istifadə etməmək vacibdir.

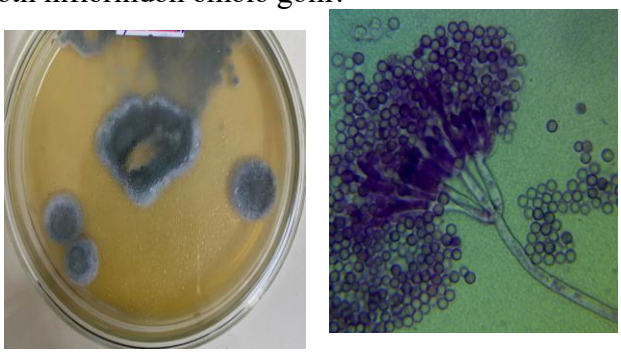
Material və metodlar

Tədqiqat ARET-nin Mikrobiologiya İnstitutunun "Bioloji aktiv maddələr" laboratoriyasıda aparılmışdır. Məqalədə pendirlərin yetişməsi zamanı göbələklərin böyüməsi və inkişafına təsir edən amillərin analizi aparılmışdır. Eyni zamanda pendirlərin mayalanmasında xüsusi əhəmiyyət kəsb edən fermentlərin əmələ gəlməsində mikroskopik göbələklərin rolu tədqiq edilmişdir.

Aparılan araşdırmalar nəticəsində məlum olmuşdur ki, kəskin və zəngin dadı olan pendirlər daha çox diqqət mərkəzində olur. Belə pendirlərin yetişdirilməsində məhz bir sıra mikroskopik göbələklərin rolu əvəzsizdir. Tədqiqatın aparılması üçün pendir nümunləri götürülmüşdür. Götürülən pendir nümunələrində mikroskopik göbələklərin ayrılması əsas şərt kimi qəbul edilmişdir. Bu məqsədlə qidalı mühit kimi , aqarlaşdırılmış səməni şirəsindən (ASŞ) və Saburo aqarından (SA) istifadə edilmişdir. Ayırdığımız pendir nümunələrinin birbaşa yolla qidalı mühitlərə keçirilməsi və onun səthində əmələ gələn mikroskopik göbələklərin ayrılması, bununla yanaşı pendir hazırlanan zaman süd məhsullarına *Penicillium* cinsinə mənsub ştamların əlavə edilməsi məqsədə uyğun hesab edilmişdir.

Nəticələr və onların müzakirəsi

Məqalədə pendirin istehsalında xüsusi rol oynayan göbləklərin xarakterik xüsusiyyətləri verilmişdir. Göbələklər yetişmənin vacib komponenti kimi qeyd edilir və pendirə özünəməxsus xüsusiyyətlər verir. Belə göbələklərə *Penicillium* cinsinə mənsub olan göbələkləri qeyd etmək olar. Bunlardan *Penicillium roqueforti* pendir istehsalında xüsusi rol oynayır. *Penicillium roqueforti* adlı göbələyin təsir effektini və pendir istehsalında bu göbələyin əvəzedilməz rola malik olduğunu ədəbiyyat materillarında da rast gəlmək olar[6]. Aqarlaşdırılmış səməni şirəsində (ASŞ) *Penicillium roquefortinin* əmələ gətirdiyi koloniya sürətlə böyüyür. Onun aqarlaşdırılmış səməni şirəsində (ASŞ) və saburo aqarındakı (SA) mühitlərindəki mitseliləri ağ rəngdədir. Koloniyanın kənarları, ağdan tutqun yaşılımtıl rəngə qədər dəyişir. Mərkəzi hissədə isə koloniyalarının rəngi maviyə çalan yaşıl olur. Vaxt ötdükcə (yənli yaşlandıqca) koloniyaların rəngi tünd yaşıl olur. Koloniyanın alt tərəfi solğun, qəhvəyi və ya yaşıl ola bilər. *P.roqueforti* adətən xarakterik kobud divarlara sahib olan konidioforlara malikdir. Şüşə şəklində olan fialidlər, nadir hallarda daha böyük olan, yuvarlaq, hamar və tünd yaşıl konidiyalı sütunlara malikdir. Konidioforlar, 100-200 µm uzunluğunda (süpürgə quruluşunu dəstəkləyən və konidioforu əmələ gətirən hiflər) alt səth hiflərindən əmələ gəlir.



Şəkil 1. *P.roqueforti* göbələyinin makroskopik (A), konididaşıyıcılarının isə mikroskopik görünüşü (B)

Penicillium roqueforti kifli pendirlərdə olur. O, pendirin səthində böyüyür və mavi-yaşıl rəngli vizual görüntü verir eyni zamanda pendirin daxili qatlarına nüfuz edərək ona şirin-kəskin göbələk dadı verir.

Tədqiqat aparılan zamanı *P. roqueforti* ştamının birbaşa südə əlavə edilməsi, eyni zamanda da kəsmik üzərinə də səpilərək dadında baş verən dəyişiklikləri yoxlanılmışdır.



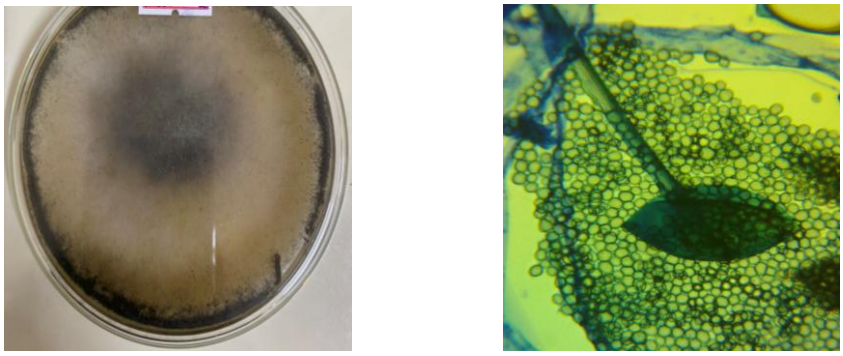
Şəkil 2. Kifli pendir

Penicillium roquefortidən istifadə olunaraq emal olunan pendir, göy rəngli kifinin olması ilə xarakterizə olunur. Belə pendirlər yumşaqlığı və ağızda əriyən dada malik xüsusi özəllikləri ilə fərqlənir.

Eyni zamanda *Mucor miehei* adlı ştamın rennin fermentinin əmələ gəlməsində xüsusi rola malik olması araşdırılmışdır və müəyyən edilmişdir ki, rennin fermentinin sintezi pendir istehsalında istifadə olunur[7,8,9]. *Mucor* göbələklərinin rennin istehsal etməsi üçün müəyyən şərait tələb olunur. Bu şəraitə xammalın düzgün seçilməsi, temperatur, pH səviyyəsinin düzgün tənzimlənməsi və s. aiddir.

Mucor miehei mikroskopik göbələkdir. Onun, koloniyası 25°C-də, minumum 5 gün ərzində Saburo agarda (SA) sürətlə inkişaf edir. *Mucor miehei* əsasən bozumtul qonur rəngli koloniyalar əmələ gətirir. Bu koloniyalar bəzən ağ və ya sarımtıl rəngdə də ola bilər. Onun formalaşmasında həm hava, həm də substrat mitseliləri iştirak edir. *Mucor miehei* böyüməsi zamanla səthdən yuxarıya doğru qalxan tüklü strukturların olması ilə xarakterizə oluna bilər. *Mucor miehei* göbələyində sporlar sporangisporda formalaşır. Sporangisporlar göbələyin böyümə və inkişaf mərhələsində çoxlu sayda spor əmələ gətirir. Bu sporlar müxtəlif ölçü və şəkillərdə ola bilər, adətən kürə formalı (topa şəklində) və şəffafdır.

A B



Şəkil 3. *Mucor miehei* göbələyinin makroskopik (A), sporangilərinin isə mikroskopik görünüşü (B)

Pendirlərdə arzuolunmaz mikroorqanizmlərin yaratdığı qüsurların (şişkinlik, kif, mikotoksin istehsalı, qoxululuq və s.) qarşısını almaq və mümkün patogenləri məhv etmək üçün müxtəlif maddələrdən istifadə olunur. Bunlara nitratlar (natrium nitrat, kalium nitrat), lizozim, peroksid, sorbin turşusu və onun duzları, propion turşusu və s. misal göstərmək olar. Nitratlar, nisin və lizozim əsasən pendirdə şişməyə qarşı istifadə olunur. Sorbin turşusu və onun duzları və propion turşusu kiflərə qarşı istifadə olunur. Eyni zamanda bunlardan, qida normalarında və icazə verilən nisbətlərdə istifadə edilməsi məqsədə uyğundur[10].

Nəticə

1.Bir sıra göbələklər pendirin yetişməsində əsas rol oynayır və uyğun ştammların seçilməsi pendirin dadına və teksturasına təsir göstərir.
2.Göbələklər qida emalında istifadə olunan fermentlərin və bioaktiv birləşmələrin yaradılmasında, qida dəyərini, raf ömrünü və təhlükəsizliyinin artırılmasında əvəz olunmaz rola malikdir.

Ədəbiyyat

1. Ferrocino I, Rantsiou K, Cocolin L (2022) Investigating dairy microbiome: An opportunity to ensure quality, safety and typicity. Current Opinion in Biotechnology 73: 164-170.
2. Ozer B, Kirmaci HA, Oztekin S, Hayaloglu A, Atamer M. Incorporation of microbial transglutaminase into non-fat yogurt production. Int Dairy J. 2007;17(3):199–207
3. Hasan F, Shah AA, Hameed A. Industrial applications of microbial lipases. Enzyme Microb Technol. 2006; 39: 235–251.
4. Boysen M, Skouboe P, Frisvad J, Rossen L (1996). "Reclassification of the Penicillium roqueforti group into three species on the basis of molecular genetic and biochemical profiles". Microbiology. 142 (3): 541–9
5. Nielsen KF, Dalsgaard PW, Smedsgaard J, Larsen TO (April 2005). "Andrastins A-D, Penicillium roqueforti Metabolites consistently produced in blue-mold-ripened cheese". Journal of Agricultural and Food Chemistry. 53 (8): 2908–13.
6. Abbas A, Dobson ADW. Yeasts and Molds: Penicillium roqueforti In: Fuquay JW, editor. Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition). San Diego: Academic Press; 2011. pp. 772–775.
7. Parente E, Cogan TM (2004) Starter cultures: General aspects. In: Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, (3rd edn.), Fox P O, Ed.; Elsevier: Oxford, UK, pp. 123-147.
8. Fox PF, Guinee TP, Cogan TM, McSweeney PLH (2017) Starter cultures. Fundamentals of Cheese Science. Springer: Boston, MA, USA, pp. 121-183.
9. Boor KJ, Wiedmann M, Murphy S, Alcaine S (2017) A 100-year review: Microbiology and safety of milk handling. Journal of Dairy Science 100(12): 9933-9951.
10. Фактоы, влияюшие на качество и безопасностъ сыров / Савелъев А. А.[и др.] / Сыроделие и маслоделие. 2016. №1.С.11 – 14.
11. Amirli F.A., Aghamaliyev Z.Z., Abdullayeva I.G., Pashayeva Z.N.&Aghamaliyeva D.B. The role of nutrition in ensuring healthy living. Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2(148), 2024, 629-638. DOI: 10.32010/mpmc2024.085
12. Ağamalıyev Z.Z., Abdullayeva İ.Q. Müasir insanın qida pəhrizi və çatışmamazlıqlar. International Conference dedicated to the 60th anniversary of the establishment of the Department of Technology of organic substances and high-molecular compounds. “Modern problems of macromolecular compound technology”. 25-26 Aprel 2024, p.151.
13. Abbasov V.M., Əmirli F.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Z.V., Quliyeva N.R. Qida kimyası. Dərslik. Bakı: Elm, 2023, 260 s.

Sources of enzymes used in cheese production

Gulnar Shirinova[1], Malak Akbarzadeh[2], Gunel Guliyeva[3]

Department of Chemical Technology, Azerbaijan State Oil and Industry University
[1]PhD in biological sciences, http://orcid.org/0009-0008-5128-605X, shirinligulnar@gmail.com

[2]https://orcid.org/0009-0005-4851-2747, melek.ekberzade1@icloud.com
[3]http://orcid.org/0009-0004-1253-770X, gunel.guliyeva@asoiu.edu.az

ABSTRACT
This article contains important information about the function and use of various enzymes in dairy products. An enzyme accelerates a specific reaction and participates in all biochemical processes occurring in living organisms. There are various enzymes used in dairy products, some of which help reduce allergy symptoms while also enhancing the taste of cheese. There are many small enzymes with limited applications in dairy products. These include lactoperoxidase, glucose oxidase, catalase, lysozyme, and others. Enzymes carry out their functions precisely, and each enzyme concludes a specific reaction it initiates with an important result. Enzymes can be used for specific purposes. Examples include cheese production, extending the shelf life of food, ensuring safety, and even cleaning wastewater from milk. Dairy enzymes are used in the production of cheese, as well as in yogurt, milk, and other dairy products. The use of enzymes such as esterases, lactase, lipase, protease, and catalase in milk production and food technology is well known.In cheese production, there is an enzyme called rennet, which has significant effects. Rennet is usually obtained from the fourth stomach layer of young mammals such as goats, lambs, and calves. In other words, it is found in young animals that are considered the main source of food, such as milk. Rennin is a mixture of pepsin and chymosin, obtained from animal and microbiological sources. It is used as a key step in cheese processing technology for curdling milk. Various types of proteases are used to accelerate the aging of cheese and help reduce the allergic effects of cow's milk products in infant food by altering milk proteins. Lipase is used not only to facilitate the aging of cheese but also to improve its taste. Lactase is typically applied to hydrolyze lactose into glucose and galactose sugars, enhancing the sweet taste. Therefore, the use of enzymes in the production of various types of cheese and in the dairy industry is crucial. Research has shown that this enzyme is also present in some plants, in addition to animals. For example, it is found in plants known as red mint. Plant-based enzymes are generally used in the production of cheeses that are suitable for vegetarian diets. However, since animal rennet has a longer shelf life than plant-based enzymes, it is used in the production of aged cheeses. Microorganisms are also used in the production of rennet enzyme in the food industry.
Keywords: *Mucor miehei, Penicillium roqueforti, enzymes, cheese.*

Источники получения ферментов при производстве сыра

Гульнар Ширинова[1], Мелек Акбарзаде[2], Гюнель Гулиева[3]
Отдел Химические технологии, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
[1]Кандидат биологических наук, http://orcid.org/0009-0008-5128-605X, shirinligulnar@gmail.com
[2]https://orcid.org/0009-0005-4851-2747, melek.ekberzade1@icloud.com
[3]http://orcid.org/0009-0004-1253-770X, gunel.guliyeva@asoiu.edu.az

РЕЗЮМЕ
В этой статье содержится важная информация о функции и применении различных ферментов в молочных продуктах. Фермент ускоряет определенную реакцию и участвует во всех биохимических процессах, происходящих в живых организмах. Существуют различные ферменты, используемые в молочных продуктах, и некоторые из них применяются не только для уменьшения аллергических симптомов, но и для улучшения вкуса сыра. В молочных продуктах существует много мелких ферментов с ограниченным

применением. К ним относятся лактопероксидаза, глюкозооксидаза, каталаза, лизоцим и другие. Ферменты выполняют свои функции точно, и каждый фермент завершает определенную реакцию с важным результатом. Ферменты могут быть использованы для специфических целей. Например, для производства сыра, продления срока хранения продуктов, обеспечения безопасности, а также для очистки сточных вод от молока и т. д. Молочные ферменты используются не только в производстве сыра, но и в переработке йогурта, молока и других молочных продуктов. Применение ферментов (например, эстеразы, лактазы, липазы, протеазы и каталазы) в технологии производства молока и пищевой промышленности хорошо известно.В производстве сыра существует фермент, называемый реннином, который оказывает значительное влияние. Реннин обычно получают из четвертого отдела желудка молодых млекопитающих, таких как козы, ягнята, телята и др. То есть он встречается у молодых животных, которые считаются основным источником пищи, как молоко. Реннин, это смесь пепсина и химизина, получаемая из животных и микробиологических источников. Он используется в технологии производства сыра как основной этап для свертывания молока. Различные виды протеаз используются для ускорения старения сыра и помогают уменьшить аллергические реакции на молочные продукты из коровьего молока в детском питании, изменяя молочные белки. Липаза, помимо обеспечения старения сыра, также используется для улучшения его вкуса. Лактаза обычно применяется для гидролиза лактозы в глюкозу и галактозу, увеличивая сладкий вкус. Поэтому использование ферментов в производстве различных видов сыра и в молочной промышленности имеет важное значение. Исследования показывают, что этот фермент присутствует не только в животных, но и в некоторых растениях. Например, он присутствует в растениях, известных как красная мята. Растительные ферменты обычно используются в производстве сыров, подходящих для вегетарианской диеты. Однако животный реннин используется в производстве выдержанных сыров, поскольку он имеет более длительный срок хранения по сравнению с растительными ферментами. В пищевой промышленности для производства фермента реннина также используются микроорганизмы.

Ключевые слова: *Mucor miehei, Penicillium roqueforti, ферменты, сыр.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1235

QİDA MƏHSULLARININ EKSPERT QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİNDƏ NƏTİCƏLƏRİN OBYEKTİVLİYİNİN TƏMİNATI ÜÇÜN METODİKİ TƏDBİRLƏRİN TƏDQİQİ

İlham Seyidəliyev[1], Nazənin Xanmuradova[2]

[1,2] Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti
[1,2] "Mühəndislik və tətbiqi elmlər" kafedrası
[1] dosent, texniki elmlər namizədi, ilham_seydaliyev@unec.edu.az
[2] magistr, khanmuradovanazenin@gmail.com

Xülasə

Qida məhsullarının ekspert qiymətləndirilməsi, qida təhlükəsizliyinin təmin olunması, keyfiyyət göstəricilərinin obyektiv şəkildə təyin edilməsi və istehlakçı hüquqlarının qorunması baxımından olduqca vacib bir sahədir. Müasir dövrdə bazarda mövcud olan müxtəlif ərzaq məhsullarının keyfiyyət göstəricilərinin dəqiq və qərəzsiz qiymətləndirilməsi üçün bir sıra metodiki yanaşmalara ehtiyac vardır. Bu qiymətləndirmə prosesinin obyektivliyinin təmin olunması isə, əsasən, tətbiq olunan metodların elmi əsaslandırılması, laborator analizlərin dəqiqliyi, ekspertlərin ixtisas səviyyəsi və istifadə edilən texnologiyaların inkişaf dərəcəsindən asılıdır. Müxtəlif qiymətləndirmə üsulları, o cümlədən, kimyəvi, biokimyəvi, fiziki analizlər, duyğu analizləri və statistik modelləşdirmə vasitəsilə qida məhsullarının tərkibi, keyfiyyət parametrləri və uyğunluq dərəcəsi qiymətləndirilir. Bu üsulların obyektiv və sistematik şəkildə aparılması isə onların beynəlxalq və yerli standartlara uyğunlaşdırılmasını zəruri edir.

Ekspert qiymətləndirilməsində ən çox rast gəlinən problemlərdən biri subyektiv yanaşmanın qiymətləndirmə nəticələrinə təsir göstərməsidir. Xüsusilə duyğu analizləri zamanı insan faktorunun qiymətləndirmə prosesinə təsiri böyükdür. Bu təsiri minimuma endirmək üçün xüsusi təlim keçmiş ekspertlərdən ibarət qiymətləndirmə panellərinin yaradılması və subyektiv mühakimələri minimuma endirən metodikaların tətbiqi zəruridir. Duyğu analizləri ilə yanaşı, qida məhsullarının fiziki-kimyəvi göstəricilərinin dəqiqliyini təmin etmək üçün instrumental və laborator analizlərdən geniş istifadə olunmalıdır.

Giriş

Müasir dövrdə qaz xromatoqrafiyası, maye xromatoqrafiyası, kütlə spektrometriyası, infraqırmızı spektroskopiya, reoloji ölçmələr və digər analitik üsullar vasitəsilə qida məhsullarının tərkibində olan komponentlər yüksək dəqiqliklə müəyyən edilə bilər. Bu texnologiyalar qida keyfiyyətinin qiymətləndirilməsində subyektiv yanaşmaların azaldılmasına və nəticələrin daha obyektiv olmasına xidmət edir.

Eyni zamanda, ekspert qiymətləndirilməsi prosesində beynəlxalq və milli normativ-hüquqi aktların tətbiqi də mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Məsələn, Codex Alimentarius standartları, ISO keyfiyyət standartları, HACCP sistemi və digər qida təhlükəsizliyi protokolları ekspert qiymətləndirmələrinin aparılmasında əsas tənzimləyici çərçivə rolunu oynayır. Bu standartlar təkcə laborator analizlər üçün deyil, həm də ekspertlərin seçimi, qiymətləndirmə üsullarının harmonizasiyası və nəticələrin düzgün interpretasiyası üçün əsas qaydaları müəyyən edir. Müxtəlif ölkələrdə bu sistemlərin tətbiqi müxtəlif səviyyələrdə olduğundan, beynəlxalq ticarətdə

və qida məhsullarının idxal-ixrac prosesində uyğunluq problemləri yaranır. Buna görə də, ekspert qiymətləndirməsində obyektivliyin təmin olunması üçün beynəlxalq təcrübələrin yerli bazarlara inteqrasiyası və vahid metodoloji yanaşmaların işlənib hazırlanması vacibdir.
Son dövrlərdə qida məhsullarının qiymətləndirilməsində süni intellekt və maşın öyrənməsi texnologiyalarının tətbiqi obyektivliyi artıran əsas amillərdən biri kimi çıxış edir. Süni intellekt sistemləri vasitəsilə qida məhsullarının tərkibi, keyfiyyəti və saxlanma müddəti ilə bağlı böyük həcmdə məlumatların analizi aparılaraq, obyektiv nəticələr əldə edilə bilər. Məsələn, şəkər və yağ tərkibinin müəyyən edilməsi üçün infraqırmızı spektroskopiyadan istifadə edən sistemlər avtomatik şəkildə analizlər aparır və nəticələri standartlara uyğunlaşdırır. Süni intellektin tətbiqi ilə insan faktorunun təsiri azaldılmaqla yanaşı, qiymətləndirmə prosesində xətaların da minimuma endirilməsi mümkün olur. Bu yanaşma qida məhsullarının istehlakçılar üçün daha etibarlı və standartlara uyğun olmasını təmin edir.
Ekspert qiymətləndirilməsinin obyektivliyinin artırılması üçün vacib amillərdən biri də bu sahədə çalışan mütəxəssislərin peşəkar hazırlığı və sertifikatlaşdırma prosesidir. Qida məhsullarının keyfiyyət və təhlükəsizlik parametrlərini qiymətləndirən ekspertlər müvafiq sahədə yüksək ixtisaslı olmalı, müasir laborator analiz metodlarını mənimsəməli və beynəlxalq standartlara uyğun təlim keçməlidirlər. Bunun üçün müxtəlif ölkələrdə və beynəlxalq təşkilatlar çərçivəsində sertifikatlaşdırma proqramları və xüsusi təlimlər həyata keçirilir. Ekspertlər üçün mütəmadi olaraq təşkil edilən konfranslar, seminarlar və təcrübə proqramları onların bilik və bacarıqlarını artırmağa, qiymətləndirmə prosesinin obyektivliyini təmin etməyə kömək edir.
Nəticə etibarilə, qida məhsullarının ekspert qiymətləndirilməsində obyektivliyin təmin olunması üçün kompleks yanaşma tələb olunur. Bu yanaşma analitik metodların inkişaf etdirilməsi, beynəlxalq standartların tətbiqi, süni intellekt əsaslı sistemlərin istifadəsi və ekspertlərin peşəkar səviyyəsinin artırılması kimi müxtəlif komponentləri özündə birləşdirməlidir. Gələcəkdə bu sahədə daha dəqiq və obyektiv metodların işlənib hazırlanması qida təhlükəsizliyinin təmin olunmasına, istehlakçı hüquqlarının qorunmasına və sağlam qidalanma prinsiplərinin daha geniş tətbiqinə töhfə verəcəkdir.

Açar sözlər: Qida təhlükəsizliyi, obyektivlik, ekspert qiymətləndirmə, süni intellekt, keyfiyyət standartları.

Giriş

Müasir dövrdə qida məhsullarının keyfiyyətinin və təhlükəsizliyinin təmin edilməsi cəmiyyətin sağlamlığı və rifahı üçün strateji əhəmiyyət kəsb edən məsələlərdən biridir. Sürətlə inkişaf edən qida sənayesi və bazardakı rəqabət istehlakçılara geniş seçim imkanı yaratsa da, eyni zamanda, keyfiyyət və təhlükəsizlik problemlərini də gündəmə gətirir. Qida məhsullarının insan orqanizminə təsiri, onların tərkibindəki qida maddələrinin balansı, mikrobioloji təhlükəsizlik məsələləri və istehsal prosesində istifadə olunan xammalın keyfiyyəti istehlakçılar üçün mühüm kriteriyalardır. Buna görə də, bazara çıxarılan hər bir qida məhsulu ciddi ekspert qiymətləndirilməsindən keçməli və müvafiq standartlara cavab verməlidir.

Ekspert qiymətləndirilməsi, qida məhsullarının keyfiyyətini və təhlükəsizliyini obyektiv şəkildə müəyyən edən və müxtəlif parametrlər üzrə ölçmələr aparan elmi əsaslandırılmış metodlar toplusudur. Bu prosesin məqsədi, məhsulun fiziki, kimyəvi və bioloji xüsusiyyətlərini dəyərləndirərək, onun qida təhlükəsizliyi tələblərinə uyğun olub-olmadığını təyin etməkdir. Qiymətləndirmə prosesinin obyektivliyi yalnız texniki və elmi metodların düzgün tətbiqi ilə deyil,

həm də beynəlxalq və yerli normativ aktlara, sanitar və gigiyenik qaydalara uyğun aparılması ilə təmin edilir. Belə ki, qida təhlükəsizliyi sahəsində Codex Alimentarius, ISO, HACCP və digər beynəlxalq standartlar istehsal prosesindən tutmuş son istehlaka qədər bütün mərhələlərdə keyfiyyətə nəzarəti nəzərdə tutur.

Bununla yanaşı, qida məhsullarının qiymətləndirilməsində obyektivliyi təmin etmək üçün elmi-tədqiqatların və analitik texnologiyaların inkişafı əsas amillərdən biri hesab olunur. Son illərdə qida keyfiyyətinin müəyyən edilməsində süni intellekt və maşın öyrənməsi əsaslı analizlərdən, yüksək həssaslığa malik spektrometrik və xromatoqrafik metodlardan istifadə edilməsi qiymətləndirmə nəticələrinin daha dəqiq və qərəzsiz olmasına şərait yaradır. Qaz və maye xromatoqrafiyası, infraqırmızı spektroskopiya, sensor analizlər və biokimyəvi testlər qida məhsullarının tərkibini, mikrobioloji vəziyyətini və orqanoleptik xüsusiyyətlərini təyin etməyə imkan verir. Bu yanaşmaların tətbiqi istehlakçılara təqdim olunan məhsulların təhlükəsizliyinə və keyfiyyətinə zəmanət vermək baxımından mühüm rol oynayır.

Ekspert qiymətləndirilməsində obyektivliyin təmin olunması üçün yalnız texniki vasitələr deyil, həmçinin insan faktorunun təsirini minimuma endirən metodiki tədbirlər də tətbiq edilməlidir. Duyğu analizlərinin subyektivliyinin qarşısını almaq üçün xüsusi təlim keçmiş ekspert qrupları formalaşdırılmalı və qiymətləndirmə meyarları beynəlxalq standartlara uyğun tənzimlənməlidir. Müxtəlif laboratoriyalar və ekspert qrupları tərəfindən aparılan testlər arasında nəticələrin uyğunluğunu artırmaq üçün qiymətləndirmə metodlarının unifikasiyası və harmonizasiyası vacibdir.

Bu tədqiqat qida məhsullarının ekspert qiymətləndirilməsində obyektivliyi təmin edən metodiki tədbirləri araşdıraraq, onların praktik tətbiq imkanlarını və mövcud problemləri təhlil etməyi hədəfləyir. Məqsəd qida məhsullarının qiymətləndirilməsində tətbiq olunan metodların səmərəliliyini artırmaq, yeni texnologiyaların istifadəsini təşviq etmək və qiymətləndirmə prosesinin şəffaflığını təmin edəcək həll yollarını müəyyən etməkdir. Bu istiqamətdə aparılan araşdırmalar göstərir ki, ekspert qiymətləndirməsinin obyektivliyini artırmaq üçün multidissiplinar yanaşma tələb olunur. Biokimya, mühəndislik, məlumat elmləri və qida texnologiyası sahələrinin inteqrasiyası nəticəsində qida məhsullarının qiymətləndirilməsi daha dəqiq və etibarlı olur.

Ümumilikdə, qida məhsullarının ekspert qiymətləndirilməsində obyektivliyin təmin edilməsi təkcə elmi və texniki yanaşmaların təkmilləşdirilməsi ilə məhdudlaşmır. Bu, həm də normativ tənzimləmələrin gücləndirilməsi, qida təhlükəsizliyi sahəsində beynəlxalq əməkdaşlığın genişləndirilməsi və ictimai maarifləndirmənin artırılması kimi müxtəlif tədbirləri əhatə edir. Beləliklə, bu araşdırma qida ekspertizasının müasir problemlərini və onların həlli yollarını dərinləşdirilmiş elmi yanaşmalar əsasında təhlil edərək, bu sahədə obyektivliyin təmin olunmasına dair metodiki təkliflər irəli sürəcəkdir.

Qida məhsullarının ekspert qiymətləndirilməsinin obyektivliyi insan sağlamlığının qorunması, istehlakçı hüquqlarının təmin edilməsi və qida sənayesinin dayanıqlı inkişafı üçün fundamental əhəmiyyət daşıyır. Tədqiqat çərçivəsində aparılan araşdırmalar göstərir ki, bu obyektivliyi təmin etmək üçün yalnız texniki və analitik metodlardan istifadə yetərli deyil, eyni zamanda metodiki yanaşmaların təkmilləşdirilməsi və beynəlxalq standartların tətbiqi də vacibdir. Qida məhsullarının fiziki-kimyəvi və mikrobioloji parametrlərinin dəqiq təyin edilməsi üçün qabaqcıl laborator analiz üsullarının tətbiqi, süni intellekt texnologiyalarının inteqrasiyası və insan faktorunun təsirini minimuma endirən yanaşmalar qiymətləndirmə prosesinin qərəzsiz aparılmasını təmin edən əsas amillər kimi çıxış edir.

Qiymətləndirmə prosesinin obyektivliyini artırmaq üçün istifadə olunan analitik texnologiyalar, o cümlədən qaz və maye xromatoqrafiyası, infraqırmızı spektroskopiya, reoloji ölçmələr və duyğu analizlərinin kombinasiyalı tətbiqi nəticələrin dəqiqliyini artırır. Xüsusilə süni intellekt əsaslı analiz sistemlərinin istifadəsi ilə insan faktorunun təsiri azaldılır, böyük həcmdə məlumatların təhlili aparılır və nəticələr daha dəqiq formada əldə edilir. Belə yanaşmaların tətbiqi qida təhlükəsizliyinin yüksək səviyyədə təmin olunmasına imkan verir və istehlakçılar üçün etibarlı məhsulların bazara çıxarılmasına töhfə verir.

Bununla yanaşı, ekspert qiymətləndirilməsində obyektivliyin təmin olunması üçün normativ-hüquqi bazanın gücləndirilməsi, beynəlxalq standartlarla uyğunluğun artırılması və istehsalçılar arasında məlumatlılığın yüksəldilməsi vacibdir. Qida təhlükəsizliyi sahəsində beynəlxalq tənzimləyici qurumlarla əməkdaşlığın genişləndirilməsi və ölkələrarası sertifikatlaşdırma mexanizmlərinin inkişaf etdirilməsi qlobal bazarlarda məhsulların keyfiyyətinə nəzarəti asanlaşdırır. Bütün bu tədbirlər ekspert qiymətləndirmə prosesində sistemli və şəffaf yanaşmaların tətbiq olunmasına xidmət edir.

Tədqiqatın nəticələri göstərir ki, qida məhsullarının obyektiv ekspert qiymətləndirilməsi yalnız multidissiplinar yanaşma ilə mümkün ola bilər. Bu sahədə çalışan mütəxəssislərin bilik və bacarıqlarının artırılması, müasir texnologiyaların geniş tətbiqi və vahid metodologiyanın formalaşdırılması qiymətləndirmənin effektivliyini artıran əsas faktorlar sırasındadır. Qida təhlükəsizliyi və keyfiyyətinə nəzarətin gücləndirilməsi istiqamətində həyata keçirilən tədbirlər cəmiyyətin rifahına birbaşa təsir edir və uzunmüddətli perspektivdə sağlam həyat tərzinin təşviqinə xidmət edir.

Beləliklə, bu tədqiqat çərçivəsində qida məhsullarının ekspert qiymətləndirilməsində obyektivliyin təmin olunması üçün tətbiq edilən metodiki tədbirlər hərtərəfli araşdırılmış və müxtəlif həll yolları təklif edilmişdir. Gələcəkdə bu sahədə elmi-tədqiqatların genişləndirilməsi və yeni texnologiyaların tətbiqi ilə daha obyektiv və etibarlı qiymətləndirmə metodlarının formalaşdırılması mümkün olacaqdır. Bu istiqamətdə davamlı inkişafın təmin edilməsi üçün elmi, texnoloji və normativ yanaşmaların inteqrasiyası mühüm rol oynayır.

ƏDƏBİYYAT

1. Məmmədov, A. H. (2020). Qida təhlükəsizliyi və keyfiyyətə nəzarət sistemləri.
2. Əhmədov, T. Ş. (2019). Qida sənayesində ekspertiza və keyfiyyətin qiymətləndirilməsi metodları.
3. Hüseynov, R. Ə. (2021). Qida məhsullarının keyfiyyət göstəricilərinin təhlili və qiymətləndirilməsi.
4. Əliyeva, S. F. (2022). Qida məhsullarının fiziki-kimyəvi və mikrobioloji analiz üsulları.
5. Тарасов, В. К. (2020). Государственные стандарты и нормативные документы по безопасности пищевых продуктов.

Study of methodological measures to ensuring the objectiveness of results in expert evaluation of food products.

Ilham Seydaliyev1, Nazanin Khanmuradova 2

1,2 Azerbaijan State University of Economics

1,2 “Engineering and Applied Sciences” department

1 Docent, Candidate of Technical Sciences, ilham_seydaliyev@unec.edu.az

2 Master student, khanmuradovanazenin@gmail.com

Abstract

Expert evaluation of food products is a very important area in terms of ensuring food safety, objective determination of quality indicators and protection of consumer rights. In modern times, a number of methodological approaches are needed for accurate and impartial assessment of the quality indicators of various food products available on the market. Ensuring the objectivity of this assessment process mainly depends on the scientific substantiation of the methods applied, the accuracy of laboratory analyses, the level of expertise of experts and the degree of development of the technologies used. The composition, quality parameters and degree of compliance of food products are assessed using various assessment methods, including chemical, biochemical, physical analyses, sensory analyses and statistical modelling. The objective and systematic implementation of these methods necessitates their adaptation to international and local standards.

One of the most common problems in expert assessment is the influence of the subjective approach on the assessment results. Especially during sensory analyses, the human factor has a great influence on the assessment process. In order to minimize this influence, it is necessary to create assessment panels consisting of specially trained experts and apply methodologies that minimize subjective judgments. In addition to sensory analysis, instrumental and laboratory analysis should be widely used to ensure the accuracy of physicochemical indicators of food products. In modern times, components in food products can be determined with high accuracy through gas chromatography, liquid chromatography, mass spectrometry, infrared spectroscopy, rheological measurements and other analytical methods. These technologies serve to reduce subjective approaches in assessing food quality and make the results more objective. At the same time, the application of international and national regulatory and legal acts is also of great importance in the process of expert assessment. For example, Codex Alimentarius standards, ISO quality standards, HACCP system and other food safety protocols play the role of the main regulatory framework in conducting expert assessments. These standards determine the basic rules not only for laboratory analysis, but also for the selection of experts, harmonization of assessment methods and correct interpretation of results. Since the application of these systems in different countries is at different levels, compatibility problems arise in international trade and in the import-export process of food products. Therefore, in order to ensure objectivity in expert assessment, it is important to integrate international practices into local markets and develop unified methodological approaches.

Recently, the application of artificial intelligence and machine learning technologies in the assessment of food products has acted as one of the main factors increasing objectivity. Through artificial intelligence systems, large amounts of data on the composition, quality and shelf life of food products can be analyzed and objective results can be obtained. For example, systems using infrared spectroscopy to determine the content of sugar and fat automatically conduct analyzes and adapt the results to standards. With the application of artificial intelligence, in addition to reducing the influence of the human factor, it is also possible to minimize errors in the assessment process. This approach ensures that food products are more reliable for consumers and comply with standards.

One of the important factors for increasing the objectivity of expert assessment is the professional training and certification process of specialists working in this field. Experts who assess the quality and safety parameters of food products must be highly qualified in the relevant field,

master modern laboratory analysis methods and undergo training in accordance with international standards. For this, certification programs and special trainings are implemented in various countries and within international organizations. Regularly organized conferences, seminars and internship programs for experts help to improve their knowledge and skills and ensure the objectivity of the assessment process.

Consequently, a comprehensive approach is required to ensure objectivity in expert assessment of food products. This approach should combine various components such as the development of analytical methods, the application of international standards, the use of artificial intelligence-based systems and increasing the professional level of experts. In the future, the development of more accurate and objective methods in this field will contribute to ensuring food safety, protecting consumer rights and wider application of the principles of healthy nutrition.

Keywords: Food safety, objectivity, expert assessment, artificial intelligence, quality standards.

Исследование методических мер по обеспечению объективности результатов экспертной оценки пищевых продуктов.

Ильхам Сейдалиев1, Назанин Ханмурадова2

1,2Азербайджанский Государственный Экономический Университет,

1,2 Кафедра “Инженерное дело и прикладные науки”,

1Доцент, кандидат технических наук, ilham_seydaliyev@unec.edu.az

2 Магистрант, khanmuradovanazenin@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Экспертиза пищевых продуктов является важнейшим направлением в обеспечении безопасности пищевых продуктов, объективном определении показателей качества и защите прав потребителей. В настоящее время существует необходимость в ряде методических подходов, позволяющих точно и беспристрастно оценивать качественные показатели различных пищевых продуктов, представленных на рынке. Обеспечение объективности данного процесса оценки во многом зависит от научной обоснованности применяемых методов, точности лабораторных анализов, уровня квалификации экспертов и степени развития используемых технологий. Состав, качественные показатели и степень соответствия пищевых продуктов оцениваются с помощью различных методов оценки, включая химический, биохимический, физический анализ, сенсорный анализ и статистическое моделирование. Объективное и систематическое применение этих методов требует их адаптации к международным и местным стандартам.

Одной из наиболее распространенных проблем экспертной оценки является то, что субъективный подход влияет на результаты оценки. Человеческий фактор оказывает большое влияние на процесс оценки, особенно при сенсорном анализе. Чтобы минимизировать это влияние, необходимо создать оценочные комиссии, состоящие из специально подготовленных экспертов, и применять методики, минимизирующие субъективные суждения. Для обеспечения точности физико-химических показателей пищевых продуктов, помимо сенсорного анализа, необходимо широко применять инструментальные и лабораторные методы анализа. В настоящее время компоненты в пищевых продуктах можно определять с высокой точностью с помощью газовой хроматографии, жидкостной хроматографии, масс-спектрометрии, инфракрасной спектроскопии, реологических измерений и других аналитических методов. Эти

технологии позволяют снизить субъективность подходов при оценке качества продуктов питания и сделать результаты более объективными.

При этом большое значение в процессе экспертной оценки имеет также применение международных и национальных нормативно-правовых актов. Например, основной нормативной базой для проведения экспертных оценок служат стандарты Codex Alimentarius, стандарты качества ISO, система HACCP и другие протоколы по безопасности пищевых продуктов. Эти стандарты устанавливают основные правила не только проведения лабораторных анализов, но и отбора экспертов, гармонизации методов оценки и правильной интерпретации результатов. Поскольку внедрение этих систем в разных странах находится на разных уровнях, возникают проблемы совместимости в международной торговле и процессе импорта-экспорта продуктов питания. Поэтому важно интегрировать международный опыт в локальные рынки и выработать единые методические подходы для обеспечения объективности экспертной оценки.

В последнее время применение технологий искусственного интеллекта и машинного обучения при оценке продуктов питания выступает одним из основных факторов повышения объективности. С помощью систем искусственного интеллекта можно получить объективные результаты, анализируя большие объемы данных о составе, качестве и сроках годности продуктов питания. Например, системы, использующие инфракрасную спектроскопию для определения содержания сахара и жира, автоматически проводят анализы и сопоставляют результаты со стандартами. Применение искусственного интеллекта не только снижает влияние человеческого фактора, но и минимизирует ошибки в процессе оценки. Такой подход гарантирует, что пищевые продукты станут безопаснее и будут соответствовать стандартам для потребителей.

Одним из важных факторов повышения объективности экспертной оценки является процесс профессиональной подготовки и сертификации специалистов, работающих в этой области. Эксперты, оценивающие показатели качества и безопасности пищевых продуктов, должны иметь высокую квалификацию в соответствующей области, владеть современными методами лабораторного анализа и проходить обучение в соответствии с международными стандартами. С этой целью проводятся программы сертификации и специальные тренинги в различных странах и в рамках международных организаций. Регулярно организуемые конференции, семинары и программы стажировок для экспертов способствуют повышению их знаний и навыков, обеспечивают объективность процесса оценки.

Следовательно, необходим комплексный подход к обеспечению объективности экспертной оценки пищевой продукции. Данный подход должен включать в себя различные компоненты, такие как разработка аналитических методов, применение международных стандартов, использование систем на основе искусственного интеллекта, повышение профессионального уровня экспертов. В будущем разработка более точных и объективных методов в этой области будет способствовать обеспечению безопасности пищевых продуктов, защите прав потребителей и более широкому применению принципов здорового питания.

Ключевые слова: Безопасность пищевых продуктов, объективность, экспертная оценка, искусственный интеллект, стандарты качества.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1242

ÇÖRƏYİN MÜASİR İSTEHSAL TEXNOLOGİYASININ TƏDQİQİ

Nərminə Quluzadə[1], Könül Baloğlanova[2]

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kimya texnologiya fakültəsi, Bakı, Azərbaycan

[1] Magistr, Üzvi Maddələr və Yüksəkmolekullu Birləşmələrin Texnologiyası Kafedrası, Narmina7777777@yandex.ru, http://orcid.org/0009-0004-9921-323X
[2] Texnika elmləri üzrə fəlsəfə doktoru, konul.baloglanova@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0009-0008-6902-4293

XÜLASƏ

Məqalədə çörək məhsullarının müasır texnologiya istehsalı ile keyfiyyətini formalaşdıran, qoruyan, yaxşılaşdıran və s. amillər araşdırılmışdır:
-Çörəkbişirmədə istifadə olunan əsas və əlavə xammal üçün xarakteristika;
-Son on ildə müasir çörək texnologiyaları və çörək sənayesində elmi və texniki proseslər haqqında nəşr olunan elmi və texniki ədəbiyyatın siyahısı;
-Çörək istehsalında müasir STIR texnologiyası və yüksək keyfiyyət tərkibli əlavə xammal kimi saflor bitkisi.
Məqsədimiz yuxarıda qeyd olunan xususiyyətlərə makil olan innovativ STIR texnologiyasını nəzərdən keçirilməsi və saflor bitkisinin çörək istehsalında yaxşılaşdırıcı keyfiyyətlərini oyrənilməsidir.
Saflor bitkisinin toxumları zəngin kimyəvi tərkibə malikdir, doymamış yağ turşuları (əsasən linol turşu) ilə, karbohidratlar və liflərlə zəngindir və aşağı doymuş yağ tərkibinə görə pəhriz qidalanmasında tətbiq edilə bilər.
İnnovatik STIR (Shear Thickening Inertial Rheology) texnologiyaların çörək-bulka məmulatlarının keyfiyyətinə təsiri çox genişdir: Çörək məmulatlarının bişirmə prosesində STIR texnologiyası infraqırmızı şüaların müəyyən komponentlər tərəfindən udulub istiliyə çevrilməsi prinsipinə əsaslanır. Bu texnologiya, bişirici kameranın keramika örtüklü səthləri sayəsində istilik infraqırmızı şüalara çevrilməsinə əsaslanır, bərabər bişməsini, yaxşı struktur və uzunmüddətli təravətini təmin edir.
STIR texnologiyası dedikdə xəmirin hazırlanması və mayalanması proseslərini optimallaşdırlmasına yönəlmiş bir metoddur. Bu texnologiya çovdar çörəyi və digər bərk çörək məhsulları üçün olduqca effektivdir.
STIR texnologiyasının əsas prinsipləri:
-Qısa müddətli mayalanma xəmirin daha az müddət ərzində intensiv şəkildə mayalanmasına imkan verir;
-Xəmiri hazırladıqdan sonra, qısa müddətdə intensiv istirahət verilir. Xəmir daha elastik alınır, çörəyin strukturunu yaxşılaşdırır;
-STIR texnologiyasının sayəsində çörək daha yaxşı struktur əldə edir və təzə qalır;
-Bu metod, daha az enerji istehsalı tələb edir, bu da istehsalın daha səmərəli olmasına kömək edir;
-STIR texnologiyasının istifadəsi, xəmirin struktural keyfiyyətini yaxşılaşdırır və həmçinin istehsal vaxtını azaldır, bununla da məhsul daha tez və daha az enerji sərf edərək hazırlanır.
Nəticədə saflor qatılmaqla çörəkbişirmə hazırlanmasının texnoloji sxemi, saflordan hazırlanmış məmulatın fiziki-kimyəvi göstəriciləri və STIR texnologiyası haqqında məlumat verilmişdir.

Açar sözlər: *Çörək, saflor, STIR texnologiyası.*

GİRİŞ

Çörək, insan orqanizminin düzgün işləməsi üçün vacib olan bir çox əvəzolunmaz qida maddələrinin mənbəyidir. Bunlara karbohidratlar, zülallar minerall və vitaminləri aid etmək olar.

Tərkibində olan vitaminlər çörəyin hansı növ undan hazırlandığına bağlı olaraq dəyişə bilər. ümumilikdə çörəkdə olan bəzi əsas vitaminlər sxem 1-də verilmişdir [5].

Çörəyin təxminən tərkibində olan vitaminlər			
Vitamin	Tam buğda çörəyi	Ağ çörək	Gündəlik ehtiyacın qarşılanması
Tiamin (B1)	0.2-0.3 mg	0.1-0.15 mg	10-25%
Riboflavin (B2)	0.1 mg	0.05-0.1 mg	3-7%
Niasin (B3)	2-3 mg	1-1.5 mg	10-20%
Pantoten turşusu (B5)	0.3-0.5 mg	0.1-0.3 mg	5-10%
Piridoksin (B6)	0.1-0.2 mg	0.1mg	5-15%
Fol turşusu (B9)	10-20 mcg	5-10 mcg	3-5%
Tokoferol (E)	0.1-0.3 mg	0.05 mg	1-3%

Sxem 1. Çörəyin tərkibindəki əsas vitaminlər

Çörəkdə olan minerallar bədənin müxtəlif funksiyalarını dəstəkləyir və sağlamlığın qorunmasında mühüm rol oynayır.

Saflor (Carthamus tinctorius) bitkisi bir çox faydalıdır, tərkibindəki olan minerallar (kalium (K), maqnezium (Mg), fosfor (P), kalsium (Ca) və s.) çörəyin tərkibini zəngiləşdirir və qida dəyərini artırır. Bundan əlavə saflorun tərkibində olan karotinoidlər hüceyrə sağlamlığını qorumağa və oksidləşdirici streslə mübarizəyə kömək edir. Saflorun tərkibində müəyyən miqdarda zülal var, amma bu miqdar çox yüksək deyil.

Çörək məhsullarının kimyəvi tərkibinin təhlili göstərir ki, hər hansı bir undan hazırlanan çörəyin zənginləşdirilməsi, indiki zamanda vacibdir və əhalinin sağlamlığının təmin edilməsi dövlət üçün vacib bir strateji vəzifədir. Buna görədə hal-hazırda çörək istehsalı sənayesində geniş inkişaf müşahidə olunur. Bura kimya və bioloji laboratoriyalarının, avadanlıqların inkişaf etməsi, qida maddələrinin və əlavələrinin artması və s. böyük rol oynayırlar.

Sağlam və rasional qidalanma demək olarki Azərbaycan Respublikasında və dünyanın çox ölkəlrində qida istehsalında aktual problemlərdən biridir. Bizim ölkəmizdə çörək əsas qida məhsullarından biridir, ona görə də çörək sənayesinin inkişafının prioritet istiqaməti onun keyfiyyətinin, qida dəyərinin artırılmasıdır. Bununla yanaşı daha az enerji istehsal tələb edən və istehsalın daha səmərəli olması əsas məqsədlərdən biri olaraq qalır.

Ənənəvi qidalara əlavə bioloji dəyər verərərək dəyişdirmək təkcə çörək deyil, bütün qida sənayesi üçün aktual bir vəzifədir və ətraf mühitin artan mənfi təsirinin müasir şəraitində insan sağlamlığının yaxşılaşmasını təmin edən xüsusiyyətlərə malik yeni qida məhsullarının çeşidinin yaradılmasıdır.

Tədqiqatın yeniliyi – yeni texnologiyalarndan istifadə edərək çörək istehsalı müəssisələrində çörək məhsullarının keyfiyyətini artırmaq.

Tədqiqatın metodologiyası

Qida və bioloji dəyərinə görə maksimum dərəcəyə sahib olan çörək məhsullarının yaradılması hemçinin inkişafı, əsrlər boyu toplanmış praktiki təcrübə yerli və xarici elm adamlarının axtarışı çörəyin yeni texnologiyalarla təkmilləşdirilməsində mühüm rol oynamışdır. Belə ki yerli professor-alimlər burada xüsusi yer tutur.

"İstehlak malları istehsalinin ümumi texnologiyasi" adlı dərslikdə çörəyin əsas xammalarının və əlavə xammalın araşdırılması, mərhələli şəkildə sadə, milli və pəhriz cörəyinin istehsalı ətrafli öyrənilmişdi [3].

Daha sonra "Çörək, makaron və unlu qənnadı məmulatlarının texnologiyası" dərslikdə kalium bromat, askorbin turşusu, səthi aktiv maddələr, süd zərdabı və qida turşuları, modifikasiya edilmiş nişasta, oksigen ve s. istifade edilməsi nəticəsində çörəyin texnologiyasında keyfiyyətin yaxşılaşdırıması geniş və ətraflı öyrənilmişdir [1].

Ali məktəblər üçün "Qida məhsullarının ümumi texnologiyası" adlanan dərslikdə çörəkbişirmə texnologiyası ətraflı şəkildə öyrənilmişdir. Burada mikrobioloji, biokimyəvi və kolloid proseslər, çörək çıxımı izah olunub [2].

"Технология производства хлеба и хлебобулочных изделий" kitabında yeni növ çörək və çörək məhsullarının hazırlanması və istehsalı haqqında ətraflı məlumat verilmişdir [4].

Nəticələr və Onların Müzakirəsi

Müasir STIR texnologiyasından (yeni metodların tətbiqi, bişmənin optimal rejimləri, nəzəri və eksperimental, nəticələrin laboratoriya və istehsal şəraitində yoxlanılması) və qida əlavələrindən istifadə etməklə yüksək istehlak xüsusiyyətlərinə, zəngin kimyəvi tərkibə, linol turşusu ilə zəngin və aşağı doymuş yağ tərkibə malik olan və enerji dəyəri yüksək olan çörək məmulatlarının hərtərəfli tədqiqatları aparılmışdır. Bu cür tədqiqatlar, çörək istehsalında məhsulun texnoloji və keyfiyyət göstəricilərinin yüksək səviyyədə olmasını təmin etmək üçün böyük əhəmiyyat daşiyir.

Bu texnologiyanın tətbiqi üzrə tədqiqat zamanı istehsalda çovdar unundan hazırlanmış çörək 0,5 kq-lıq baton çörəyinin keyfiyyət göstəriciləri araşdırılmışdır.

Çovdar ununun xüsusiyyətləri buğda unundan hazırlanmış çörəydən fərqlidir cədvəl 1.

Cədvəl 1. STIR texnologiyası ilə hazırlanmış çovdar unundan çörəydən keyfiyyət göstəriciləri

Nəmlik	Turşuluq	Məsaməlik	Kleykovina miqdarı
46%	4.6	Sıx və yoğundur 46%	6%

Mövcud standartlara əsasən STIR texnologiyası əsasında hazırlanmış çovdar unundan çörək üçün tələb olunan keyfiyyət göstəriciləri:

1. Nəmlik. Nəmlik səviyyəsi yüksək olmalıdır və nəticədə STIR texnologiyası əsasında hazırlanmış çovdar unudan çörək nəmliyini çox yaxşı saxlayır. Nəmlik səviyyəsi ümumiyyətlə 40%-dən 50%-ə qədər olur;
2. Turşuluq. 4.5 ilə 5.5 arasındadır, nisbətən turşu xarakterli olmasını göstərir. Təbii fermentasiyasından və onun mikrobioloji aktivliyindən asılıdır;
3. Məsaməlik. Çovdar çörəyinin məsamə strukturu daha sıx və yoğundur;
4. Kleykovina miqdarı. Kleykovina miqdarı buğda ununa nisbətən daha aşağıdır. Normada 5-8% arasında olur.

Saflorun əvvəlcə bitki toxumlarının qatqı kimi xırdalanmış toxumlarının çörək məmulatlarının orqanoleptiki xassələrinə, xəmirin reoloji xassələrinə, hazır məmulatların fiziki-kimyəvi göstəricilərinə təsiri öyrənilmişdir. Bu məqalədə nəmlik MA 110.R.WH aparatı, turşuluq pH-metr vasitəsi ilə ölçülmüşdür. Cədvəl 2-dən göründüyü kimi məmulatların ən yaxşısı üçün 4-8% saflor qatılması kifayət edir.

Cədvəl 2. Saflordan hazırlanmış məmulatın fiziki-kimyəvi göstəriciləri

Üyüdülmüş saflorun miqdarı	Məsaməlik, %	Turşuluq, %	Nəmlik, %
0	63	2,1	42
4	66	2,4	44
8	69	2,6	46

Çörəkbişirmədə təklif olunan resepti və hazırlanmasının texnoloji sxemi (sxem 2).



Sxem 2. Saflor qatılmaqla çörəkbişirmə hazırlanmasının texnoloji sxemi

Ədəbiyyat

1. Abbasbəyli, G.A., Zeynalova, F.R., Məhərrəmova, S.İ., Kazımova, İ.H. Çörək, makaron və unlu qənnadı məmulatlarının texnologiyası // Bakı: İqtisad Universiteti nəşriyyatı, 2017. 303 s., s. 117-121.
2. Mikayılov, V.Ş., Fərzəliyev, E.B. Qida məhsullarının ümumi texnologiyası // Bakı: Koopersiya nəşriyyatı, 2018. 831 s., s. 89-90.
3. Əhmədov, Ə.İ., Quliyeva, F.R., Quliyeva, L.V. İstehlak malları istehsalının ümumi texnologiyası // Bakı: İqtisad Universiteti nəşriyyatı, 2018. 310 s., s. 48-55.
4. Чижикова, О.Г., Коршенко, Л.О. Технология производства хлеба и хлебобулочных изделий // Москва: Издательство Юрайт, 3-е изд., 2021. 251 с., с. 182-186.
5. Smolin, L.A., Grosvenor, M.B. Nutrition: Science and Applications // Hoboken, New Jersey: Wiley, 4th ed., 2021. 736 p., pp. 110-115.

Investigation of modern bread production technologies

Narmina Guluzade Hamil[1], Konul Baloglanova Vugar[2]
Azerbaijan State Oil and Industry University, Azerbaijan, Baku, AZ1010
[1] Master, Department of Organic Substances and High-Molecular Compounds Technology, Faculty of Chemical Engineering, Azerbaijan State University of Oil and Industry, Narmina7777777@yandex.ru, http://orcid.org/0009-0004-9921-323X
[2] Doctor of Philosophy in Technical Sciences, konul.baloglanova@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0009-0008-6902-4293

ABSTRACT

The article investigates the factors that form, preserve, and improve the quality of bakery products through modern production technologies:

- ✓ Characteristics of the main and additional raw materials used in bread baking;
- ✓ A list of scientific and technical literature published in the last decade on modern bread baking technologies and scientific and technical processes in the bread industry;
- ✓ Modern STIR technology in bread production and safflower with a rich nutritional composition as a supplementary raw material.

The aim of the study is to review the innovative STIR technology and investigate the improving qualities of safflower in bread production. Safflower seeds have a rich chemical composition, being rich in unsaturated fatty acids (mainly linoleic acid), carbohydrates, and fibre, and due to their low saturated fat content, they can be used in dietary nutrition.

The innovative STIR (Shear Thickening Inertial Rheology) technology has a wide impact on the quality of bakery products. In the baking process, the STIR technology is based on the principle of infrared rays being absorbed by specific components and converted into heat. This technology, through the ceramic-coated surfaces of the baking chamber, ensures that heat is converted into infrared radiation, providing uniform baking, a better structure, and long-lasting freshness.

STIR technology refers to a method aimed at optimising the dough preparation and fermentation processes. This technology is particularly effective for rye bread and other hard bakery products.

The main principles of STIR technology:

- ✓ Short fermentation allows for intensive fermentation of dough in a shorter time;
- ✓ After preparing the dough, a short, intensive resting period is given. The dough becomes more elastic, improving the structure of the bread;
- ✓ Thanks to STIR technology, the bread achieves better structure and stays fresh longer;
- ✓ This method requires less energy, which helps improve production efficiency;
- ✓ The use of STIR technology improves the structural quality of the dough and also reduces production time, making the product faster and with less energy consumption.

As a result, the technological scheme of bread baking with safflower, the physical and chemical properties of safflower-based products, and information about STIR technology have been provided.

Keywords: Bread, safflower, STIR technology.

Исследование современных технологий производства хлеба

Нармина Гулузаде Гамил кызы[1], Кёнюль Балогланова Вугар кызы[2]
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Азербайджан, Баку, AZ1010
[1] Кафедра Технологии Органических Веществ и Высокомолекулярных Соединений, Факультет химической технологии, Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Narmina7777777@yandex.ru, http://orcid.org/0009-0004-9921-323X
[2] Кандидат технических наук,
konul.baloglanova@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0009-0008-6902-4293

АННОТАЦИЯ

В статье исследованы факторы, формирующие, сохраняющие и улучшающие качество хлебобулочных изделий с применением современных технологий производства:

- ✓ Характеристика основных и дополнительных сырьевых материалов, используемых в хлебопекарном производстве;
- ✓ Список научной и технической литературы, опубликованной за последние десять лет, о современных технологиях хлебопечения и научно-технических процессах в хлебной промышленности;
- ✓ Современная технология STIR в производстве хлеба и сафлор с богатым питательным составом как дополнительное сырьё.

Целью работы является изучение инновационной технологии STIR, а также исследование улучшающих качеств растения сафлор в производстве хлеба.

Семена растения сафлор обладают богатым химическим составом, они богаты ненасыщенными жирными кислотами (в основном линолевой кислотой), углеводами и клетчаткой, и из-за низкого содержания насыщенных жиров могут быть использованы в диетическом питании.

Инновационная технология STIR (Shear Thickening Inertial Rheology) оказывает значительное влияние на качество хлебобулочных изделий. В процессе выпечки хлебобулочных изделий технология STIR основана на принципе поглощения инфракрасных лучей определенными компонентами и их превращении в тепло. Эта технология, благодаря керамическому покрытию поверхности выпекательной камеры, обеспечивает равномерное прогревание, улучшает структуру изделия и сохраняет его свежесть на длительное время.

Технология STIR представляет собой метод, направленный на оптимизацию процессов замеса и брожения теста. Эта технология особенно эффективна для ржаного хлеба и других твердых хлебобулочных изделий.

Основные принципы технологии STIR:

- ✓ Кратковременное брожение позволяет интенсивно ферментировать тесто за короткий промежуток времени;
- ✓ После замеса тесто проходит кратковременный интенсивный отдых, что делает его более эластичным и улучшает структуру хлеба;
- ✓ Благодаря технологии STIR хлеб приобретает лучшую структуру и остается свежим дольше;
- ✓ Эта методика требует меньше энергии, что способствует более эффективному производству;
- ✓ Применение технологии STIR улучшает структурные качества теста и сокращает время производства, таким образом, изделие готовится быстрее и с меньшими энергозатратами.

В результате были представлены технологическая схема производства хлеба с добавлением сафлора, физико-химические показатели изделий из сафлора и информация о технологии STIR.

Ключевые слова: Хлеб, сафлор, технология STIR.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1248

PÜSTƏ (*PİSTACİA* L.) MEYVƏLƏRİNİN KİMYƏVİ TƏRKİBİ VƏ SAĞLAM QİDALANMADA ƏHƏMİYYƏTİ

Aysun Əziməmmədli[1], Cəlal Məmmədov[2], Aynur Ərəbzadə[1,2], Zahidə Əliyeva[1]

[1] Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kimya texnologiya fakültəsi, Bakı, Azərbaycan
[2] Azərbaycan Respublikası Kənd Təsərrüfatı Nazirliyi Meyvəçilik və Çayçılıq Elmi-Tədqiqat İnstitutu Abşeron Təcrübə Stansiyası

[1] Magistr, aysunaziz19@gmail.com
[2]Biologiya elmləri doktoru, professor, celal.memmedov50@gmail.com, ORCIDE ID: 0009-0007-0445-6741
1,2 Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent, aynur.arabzade@asoiu.edu.az, ORCIDE ID: 0009-0009-3531-8688
[1] Laboratoriya müdiri, zahide.aliyeva@asoiu.edu.az, ORCIDE ID: 0000-0002-2758-2421

XÜLASƏ

Qərzəkli meyvələr arasında Püstə (*Pistacia* L.) bitkisinin meyvələri dadına və keyfiyyətinə görə çox yüksəkdir. Tərkibində asanlıqla həzm olan yağ və zülallar var. Püstə həmçinin bütün dünya sənayesində istifadə olunan keyfiyyətli qətran mənbəyidir. Püstə bitkisində tanninlər olduğu üçün boya sənayesində geyimlərin, xalçaların rənglənməsində geniş istifadə olunur. Püstə ağacı, xüsusilə ləpəsi ağırdır (sıxlığı birdən çoxdur). Ondan qiymətli kömür alınır. Bu baxımdan püstə çox əhəmiyyətli bitki kimi daim diqqət mərkəzində olmuş, yerli və dünya alimləri tərəfindən öyrənilmişdir. Tərəfimizdən tədqiqatlar Meyvəçilik və Çayçılıq Eimi-Tədqiqat İnstitutunun Abşeron Təcrübə Stansiyasının kolleksiya sahəsində becərilən sortlar üzərində aparılmışdır. Tədqiq olunan bitkilər püstənin Hacı İsmət, İlya, Hüseyn, Pərvin, Xanım, Şirvanşah sortlarıdır. Meyvələr yığıldıqdan sonra kimyəvi tərkibi müəyyən olunmuşdur. Tədqiq olunan sortların tərkibində quru maddə, su, şəkər, zülal, yağ və külün miqdarı öyrənilmşdir. Alınmış nəticələrə əsasən statistki hesablamalar aparılmış, xətalar hesablanmışdır. Sortların tərkibində kimyəvi maddələrin miqdarı müxtəlif olmuşdur. Tərkibinə görə ən zəngin sortlar İlya, Hüseyn və Şirvanşahdır. Bu sortlarda qida üçün xüsusi əhəmiyyət daşıyan zülal, şəkər, yağ və mineral maddələrin miqdarı yüksəkdir. Tədqiqat işinin davamı olaraq püstə meyvələri yığıldıqdan sonra emal olunmuşdur. Püstə yağı qurumayan yağ olub, dadlı, ətirli və keyfiyyətlidir. Püstə meyvələrinin bir qismindən yağ alınmış, digər qismi isə qurudulmuş, qovrulmuş və duzlanmışdır. Təzə püstə ləpəsi beş aya qədər öz dadı və ətrini saxlayır. Qovrulmuş və duzlanmış halda püstə ləpəsinin saxlanma müddəti iki ilə qədərdir. Qovrulmuş püstə ləpəsinə duz da əlavə edilir. Bu onu həm dadlandırmaq, həm də uzun müddət saxlamaq üçündür. Qurutma zamanı olduğu kimi, qovrulma zamanı da püstə meyvələri çoxlu miqdarda su itirir. Toxum və meyvənin bərkliyi onun tərkibindəki suya görə müəyyən edilir. Daha çox qovrulduqca daha da möhkəmlənir. Tədqiqatlardan məlum olmuşdur ki, qovrulmuş və qurudulmuş meyvələr uzun müddət saxlanmaq üçün əhəmiyyətlidir. Lakin qovrulma və qurudulma zamanı püstə meyvələrinin tərkibi dəyişir, keyfiyyəti aşağı düşür. Belə ki, tərkibində olan lipidlər qovrulma zamanı oksidləşir. Buna görə püstə ləpəsinin qida məqsədilə təzə halda istifadə olunması daha məqsədəuyğundur.

Açar sözlər: *püstə, kimyəvi tərkib, zülal, yağ, kül.*

GİRİŞ

Püstə bitkisinin meyvələri qərzəkli meyvələr arasında dadına və keyfiyyətinə görə çox yüksəkdir. Tərkibində asanlıqla həzm olan yağ və zülallar var. Püstə həmçinin bütün dünya sənayesində istifadə olunan keyfiyyətli qətran mənbəyidir. Püstə bitkisində tanninlər olduğu üçün boya sənayesində geyimlərin, xalçaların rənglənməsində geniş istifadə olunur. Püstə ağacı, xüsusilə ləpəsi ağırdır (sıxlığı birdən çoxdur). Ondan qiymətli kömür alınır. Bu baxımdan püstə çox əhəmiyyətli bitki kimi daim diqqət mərkəzində olmuş, yerli və dünya alimləri tərəfindən öyrənilmişdir [6, 8].

Püstə bitkisinin ləpəsi çox dadlı və faydalıdır. Dünya bazarında bu bitkiyə olan ehtiyac həddindən artıq çoxdur. Püstə ləpəsi həm təzə, həm də qovrulmuş halda istifadə olunur. Təzə halda müxtəlif qənnadı məmulatlarının – şirniyyatların hazırlanmasında işlədilir. Həmçinin püstə ləpəsi kofe üçün dadlı surroqatdır. Püstənin meyvələrinin sıxılmış cecəsindən isə heyvanlar üçün yem hazırlanır [3].

Püstənin ləpəsi tünd yaşıl rəngdə olduğu üçün o, un məmulatları sənayesində və dondurma sənayesində üstünlük təşkil edir [12].

Püstə çatlamış qabığı və yüksək qida dəyəri sayəsində zaman keçdikcə daha vacib məhsullardan birinə çevrilir. O əsasən çiy, duzlu və ya qovrulmuş şəkildə istehlak olunur. Püstə ləpəsində təqribən 50-60% ə qədər yağ vardır. O insanın sağlamlığında vacib olan olein, linolenik, linoleik kimi doymamış yağ turşularını özündə birləşdirir [9, 11].

Püstə xoş dada malik olan və yağı qurumayan bir meyvədir. Ondan alınan yağ digər yağlara nisbətən daha keyfiyyətli yağ sayılır. Püstə bitkisinin qabığında, gövdəsində, bitkinin yarpaqlarında, meyvələrində 15%-ə qədər aşı maddəsi vardır [1].

Püstə meyvələrində olan yağ qida və dərman əhəmiyyətlidir. Ürək, qaraciyər və beyinə yaxşı təsir göstərir, qanda şəkərin miqdarını tənzimləyir. Qidalı maddələrlə zəngin olan püstə bitkisi insanlarda əhval-ruhiyyəni yaxşılaşdırır, yorğunluq hissini və stressi aradan qaldırır [4]

Qurudulmuş püstələri +2...+10^{0}C temperaturda bir il, 0^{0}C temperaturlu yerdə isə dörd il müddətində xarab olmadan saxlamaq olar [2]

Püstə meyvələrində qovrulma prosesi zamanı lipid oksidləşir, burada karbonil birləşmələr əmələ gəlir. Maillard reaksiyası nəticəsində püstə ləpəsində antioksidant maddələr əmələ gəlir. Bu maddələr toxumun tərkibində olan yağları saxlama müddətində oksidləşməsinə qarşı daha davamlı edir. Bəzi hallarda püstə meyvələri yüksək temperaturda qovrulur. Bu zaman yüksək temperatur yağın keyfiyyətini aşağı salır. Çünki bu tiorabiturik və ya peroksid indeksinin yüksəlməsinə səbəb olur [7].

Püstə acılaşmaya həssas olan bir meyvədir. Bunun səbəbi onun yüksək lipid tərkibinə malik olması və doymamış yağ turşuları ilə zəngin olmasıdır. Lipidlər hidroliz olduqda yağ turşuları əmələ gəlir. Bu isə turşuluğun artmasına səbəb olur [10].

Püstə bitkisinin quraqlığa davamlı olması onun Abşeronun quru subtropik şəraitində yaxşı becərilərək bar verməsinə səbəb olmuşdur. Bu baxımdan Meyvəçilik və Çayçılıq Eimi-Tədqiqat İnstitutunun Abşeron Təcrübə Stansiyasında püstənin sortlarından ibarət kolleksiya bağı yaradılmışdır. Hazırda kolleksiyada olan sortlar üzərində elmi-tədqiqat işləri aparılır. Məqalə üzrə tədqiqatın aparılmasında məqsəd Abşeron ərazisində becərilən bəzi püstə sortlarının kimyəvi tərkibini öyrənmək və əhəmiyyətini müəyyən etmək olmuşdur.

Tədqiqatın metodologiyası.

Tədqiqatlar Meyvəçilik və Çayçılıq Eimi-Tədqiqat İnstitutunun Abşeron Təcrübə

Stansiyasında aparılmışdır. Tədqiq olunan bitkilər püstənin Hacı İsmət, İlya, Hüseyn, Pərvin, Xanım, Şirvanşah sortlarıdır. Öyrənilən sortların kimyəvi tərkibi E.V.Tepliçkoya əsasən öyrənilmişdir [6]. Tədqiq olunan sortların tərkibində quru maddə, su, şəkər, zülal, yağ və külün miqdarı müəyyən edilmişdir. Alınmış nəticələrə əsasən statistki hesablamalar aparılmış, xətalar İ.M.Yeliseyevanın metoduna əsasən hesablanmışdır [5].

Nəticələr və onların müzakirəsi.

Püstə sortlarının meyvələri iyul ayından başlayaraq sentyabr ayının ortalarında yetişməyə başlamışdır. Püstə ləpəsi intensiv inkişafa iyun ayında çəyirdəklər tam əmələ gələn zaman başlamışdır. Bu proses 45-55 gün müddətində davam etmişdir. Ağacda meyvələrin yetişməsi çətirin yuxarısından başlayıb aşağısına doğru davam etmişdir. Salxımda isə əksinə meyvələr aşağıdan yuxarı doğru yetişmişdir.

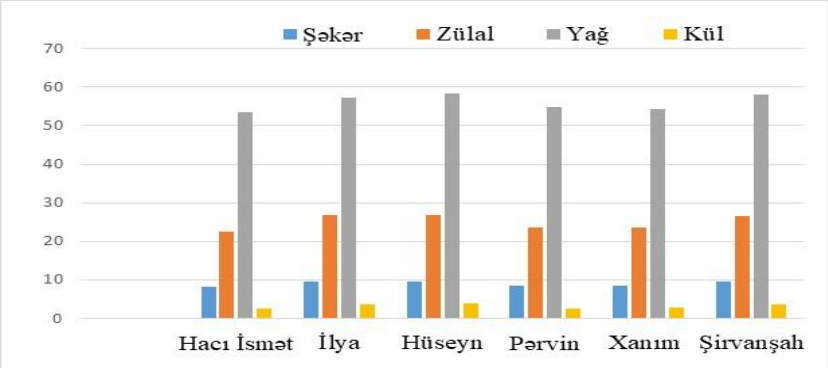
Meyvələrin üst hissəsi nazik qəhvəyi rəngli qərzəklə örtülmüşdür. Sortdan asılı olaraq yetişmiş meyvələrin qərzəyi və çəyirdəyin təpəsi bir qədər çatlamışdır, bəzilərində isə bütöv şəkildə qalmışdır. Ləpəsi olmayan meyvələrin qərzəyi isə bükülmüş qalmış və çatlamamışdır. Yetişmiş meyvələr qərzəyindən rahat ayrılmışdır. Püstənin ayrı-ayrı sortlarının meyvələri eyni vaxtda yetişmədiyinə görə bir-iki ay müddətində əl ilə yığılmışdır. Meyvələri çırpıb yığmaq olmaz, çünki bu zaman gələn il üçün olan meyvə tumurcuqları zədələnir.

Meyvələri yığan kimi qərzəkdən təmizlənmişdir. Əgər belə olmasa meyvələr qaralar. Qərzəyi təmizlənən meyvələr bir həftəyə qədər müddətdə günəş altında qurudulmuşdur. Sonra kisələrə yığılaraq +5..+6^{0}C temperaturlu, quru, qaranlıq anbarlarda saxlanmışdır. Püstə meyvələri yarımkəsik formalıdır. Meyvələrin uzunluğu 1,2-2,6 sm, qalınlığı 1,2 sm olmuşdur.

Tədqiqi olunan sortlardan meyvələr yığıldıqdan sonra kimyəvi tərkibi müəyyən olunmuşdur. Hacı İsmət, İlya, Hüseyn, Pərvin, Xanım, Şirvanşah sortlarının tərkibində quru maddə, su, şəkər, zülal, yağ və külün miqdarı öyrənilmişdir (cədvəl 1). (diaqram 1).

Cədvəl 1. Püstə sortlarının meyvələrinin kimyəvi tərkibi (%-lə)

№	Sortların adı	Quru maddə	Su	Şəkər	Zülal	Yağ	Kül
1.	Hacı İsmət	94,48±0,94	5,52±0,05	8,27±0,08	22,45±0,22	53,57±0,53	2,68±0,02
2.	İlya	96,39±0,96	3,61±0,03	9,68±0,09	26,89±0,26	57,23±0,57	3,64±0,03
3.	Hüseyn	95,92±0,95	4,08±0,04	9,46±0,09	26,78±0,26	58,38±0,58	3,89±0,03
4.	Pərvin	93,62±0,93	6,38±0,06	8,59±0,08	23,65±0,23	54,86±0,54	2,57±0,02
5.	Xanım	94,59±0,94	5,41±0,05	8,63±0,08	23,54±0,23	54,29±0,54	2,86±0,02
6.	Şirvanşah	96,67±0,96	3,33±0,03	9,57±0,09	26,67±0,26	57,96±0,57	3,76±0,03



Diqaram 1. Püstə sortlarında kimyəvi maddələrin miqdarının dəyişməsi.

Diaqramdan aydın görünür ki, tərkibinə görə ən zəngin sortlar İlya, Hüseyn və Şirvanşahdır. Belə ki, bu sortlarda qida üçün xüsusi əhəmiyyət daşıyan zülal, şəkər, yağ və mineral maddələrin miqdarı yüksəkdir. Digər maddələrlə müqayisədə püstə ləpələrində yağların və zülalların miqdarı üstünlük təşkil etmişdir. Bu da həmin sortların qida əhəmiyyətinin əsas göstəricisidir.

Tədqiqat işinin davamı olaraq püstə meyvələrinin digər qismi yığıldıqdan sonra emal olunmuşdur. Püstə yağı qurumayan yağ olub, dadlı, ətirli və keyfiyyətlidir. Bir qismindən yağ alınmış, digər qismi isə qovrulmuş, duzlanmışdır. Təzə püstə ləpəsi düzgün şəraitdə beş aya qədər öz dadı və ətrini saxlayır. Qovrulmuş və duzlanmış halda püstə ləpəsinin saxlanma müddəti iki ilə qədərdir. Qovrulmuş püstə ləpəsinə duz da əlavə edilir. Bu onu həm dadlandırmaq, həm də uzun müddət saxlamaq üçün edilir.

Müəyyən olunmuşdur ki, qurutma zamanı olduğu kimi, qovrulma zamanı da püstə meyvələri çoxlu miqdarda su ititrir. Toxum və meyvənin bərkliyi onun tərkibindəki suya görə müəyyən edilir. Daha çox qovrulduqca daha da möhkəmlənir. Tədqiqatlardan məlum olmuşdur ki, qovrulmuş və qurudulmuş meyvələr uzun müddət saxlanmaq üçün əhəmiyyətlidir. Lakin qovrulma və qurudulma zamanı püstə meyvələrinin tərkibi dəyişir, keyfiyyəti aşağı düşür. Belə ki, tərkibində olan lipidlər qovrulma zamanı oksidləşir. Buna görə püstə ləpəsinin təzə halda istifadə olunması daha məqsədəuyğundur.

Nəticə

1. Tədqiq olunan püstə sortları içərisində İlya, Hüseyn və Şirvanşah sortlarının tərkibi qida maddələri ilə daha zəngindir. Bu baxımdan sağlam qidalanmada geniş istifadə oluna bilər.
2. Püstə ləpəsinin tərkibi qovrulma və qurudulma zamanı dəyişdiyi üçün təzə halda istifadə olunması daha məqsədəuyğundur.

Ədəbiyyat

1. Bayramova D.B., Əhmədi P.H., Sultanov İ.M. Qərzəkli meyvə bitkiləri. Bakı, 2010, 104 s.
2. Həsənov Z.M., Əliyev C.M. Meyvəçilik. Bakı: MBM, 2007, 494 s.
3. Məmmədov C.Ş., Məmmədov H.A. Püstə bitkisinin becərilməsi. Bakı, 2009, 36 s.
4. Məmmədov C.Ş., Yusifov Ə.N., Abdullayeva N.M. Qərzəkli meyvə bitkilərinin bioloji əsaslarə və aqrotexnologiyası. Bakı: Müəllim nəşriyyatı, 2018, 312 s.
5. Елисеева И.М. Обшая теория статистики. М.: Финансы и статистика, 2004, 686 с.
6. Аблаев С.М. Фисташка. — М.: Агропромиздат, 1987. — 80 с.
7. Nikzade V, Sedaghat N. Studying the effects of roasting temperature, formulation and storage on pistachio oil quality and its sensory attributes. Journal of Food Science and Technology 2009. 6(3), 45-54.
8. Mammadov J., Maharramov A., Arabzade A. Development prospects of pistachio (*Pistacia* L.) in Azerbaijan. 7th Symposium on Euroasian Biodiversity. 22-24 August, 2024, p 114.
9. Maskan, M. and S. Karatas. 1998. Fatty acid oxidation of pistachio nuts stored under various atmospheric conditions and different temperatures. Journal of the Science of Food and Agriculture, 77, 334-340.
10. Richardson, T., Controlling acyl transfer reactions of hydrolyses to alter food constituents. In: Chemical changes in food during processing. T. Richardson & J. W. Finley (ed.), AVI Publishing Company Inc., Westport, 1984. CT., pp. 219-254.
11. Shokraii, E. H. 1977. Chemical composition of the pistachio nuts (*Pistacia vera* L.) of Kerman, Iran. J. Food Sci., 42, 244-245.

12. Woodroof, J. G. Tree nuts-production, processing products (vol. II). Westport, Connecticut: The AVI Publishing Company, Inc. 1967.

IMPORTANCE IN HEALTHY NUTRITION

Aysun Azimammadli[1], Jalal Mammadov[2], Aynur Arabzade[1,2], Zahida Aliyeva[1]
[1]Azerbaijan State Oil and Industry University, Faculty of Chemical Technology
[2]Ministry of Agriculture of the Republic of Azerbaijan, Scientific Research Institute of Fruit and Tea Growing, Absheron Experimental Station
[1]Master, aysunaziz19@gmail.com
[2]Doctor of Biological Sciences, Professor, celal.memmedov50@gmail.com, ORCIDE ID: 0009-0007-0445-6741
[1,2]PhD in Biology, Associate Professor, aynur.arabzade@asoiu.edu.az, ORCIDE ID: 0009-0009-3531-8688
[1]Head of Laboratory, zahide.aliyeva@asoiu.edu.az, ORCIDE ID: 0000-0002-2758-2421

Summary
Among the nut fruits, the fruits of the Pistachio (*Pistacia* L.) plant are very high in taste and quality. They contain easily digestible oil and proteins. Pistachio is also a source of high-quality resin used in industry all over the world. Since its pistachio plant contain tannins, it is widely used in the dye industry for coloring clothes and carpets. The pistachio tree, especially its kernel, is heavy (its density is more than one). Valuable coal is obtained from it. In this regard, pistachio has always been in the spotlight as a very important plant and has been studied by local and world scientists. Our research was conducted on varieties cultivated in the collection area of the Absheron Experimental Station of the Research Institute of Fruit Growing and Tea Growing. The plants studied are the Haji Ismet, Ilya, Huseyn, Parvin, Khanim, Shirvanshah varieties of pistachio. After harvesting the fruits, their chemical composition was determined. The amount of dry matter, water, sugar, protein, oil and ash in the studied varieties was studied. Based on the results obtained, statistical calculations were made and errors were calculated. The amount of chemical substances in the varieties varied. The richest varieties in terms of composition are Ilya, Huseyn and Shirvanshah. These varieties have a high content of protein, sugar, fat and minerals, which are of particular importance for nutrition. As a continuation of the research work, pistachio fruits were processed after harvesting. Pistachio oil is a non-drying oil, tasty, aromatic and high-quality. Oil is extracted from some of the pistachio fruits, while the other part is dried, roasted and salted. Fresh pistachio kernels retain their taste and aroma for up to five months. When roasted and salted, pistachio kernels can be stored for up to two years. Salt is also added to roasted pistachio kernels. This is to both flavor them and preserve them for a long time. As during drying, pistachio fruits lose a large amount of water during roasting. The hardness of the seed and fruit is determined by the water content in them. The more they are roasted, the stronger they become. Studies have shown that roasted and dried fruits are important for long-term storage. However, during roasting and drying, the composition of pistachio fruits changes, and their quality decreases. Since the lipids in their composition are oxidized during roasting. Therefore, it is more appropriate to use pistachio kernels fresh for food purposes.

Keywords: pistachio, chemical composition, protein, oil, ash

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ ФИСТАШКИ (*PISTACIA* L.) И ВАЖНОСТЬ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ

Айсун Азимамедли[1], Джалал Мамедов[2], Айнур Арабзаде[1,2], Захида Алиева[1]
[1]Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Отдел Химические технологии,
[2]Министерство сельского хозяйства Азербайджанской Республики, Научно-исследовательский институт плодоводства и чаеводства Апшеронская Опытная Станция
[1]Мастер, aysunaziz19@gmail.com
[2]Доктор биологических наук, профессор, celal.memmedov50@gmail.com, ORCIDE ID: 0009-0007-0445-6741
[1,] Кандидат биологических наук, доцент, aynur.arabzade@asoiu.edu.az, ORCIDE ID: 0009-0009-3531-8688
[1]Директор лаборатории, zahide.aliyeva@asoiu.edu.az, ORCIDE ID: 0000-0002-2758-2421

Резюме

Среди орехоплодных плодов плоды фисташки (*Pistacia* L.) отличаются высокими вкусовыми качествами. Содержит легкоусвояемые жиры и белки. Фисташки также являются источником высококачественной смолы, используемой в промышленности по всему миру. Поскольку фисташки содержат дубильные вещества, их широко используют в красильной промышленности для окраски одежды и ковров. Фисташковое дерево, особенно ядро, тяжелое (его плотность больше единицы). Из него добывают ценный уголь. В связи с этим фисташки всегда были в центре внимания как очень важное растение и изучались местными и международными учеными. Наши исследования проводились на сортах, возделываемых на коллекционной территории Апшеронской опытной станции Научно-исследовательского института плодоводства и чаеводства. Объектами исследования являются сорта фисташки: Хаджи Исмет, Илья, Гусейн, Парвин, Ханым и Ширваншах. После сбора плодов был определен их химический состав. Изучено содержание сухого вещества, воды, сахара, белка, жира и золы в изучаемых сортах. На основании полученных результатов проведены статистические расчеты и рассчитаны погрешности. Количество химических веществ в сортах было разным. Наиболее богатыми по составу являются сорта Илья, Гусейн и Ширваншах. Эти сорта богаты белком, сахаром, жиром и минералами, которые имеют особое питательное значение. В продолжение исследовательской работы плоды фисташек были подвергнуты переработке после сбора урожая. Фисташковое масло — невысыхающее, вкусное, ароматное и высококачественное масло. Из части плодов фисташек извлекают масло, а другую часть сушат, обжаривают и солят. Свежие ядра фисташек сохраняют свой вкус и аромат до пяти месяцев. Жареные и соленые ядра фисташек могут храниться до двух лет. В жареные ядра фисташек также добавляют соль. Это делается для того, чтобы придать ему вкус и сохранить его на долгое время. Как и при сушке, во время обжарки плоды фисташек теряют большое количество воды. Твердость семян и плодов определяется содержанием в них воды. Чем больше его обжаривают, тем тверже он становится. Исследования показали, что жареные и сушеные фрукты важны для длительного хранения. Однако в процессе обжарки и сушки состав плодов фисташки изменяется, а их качество снижается. Так вот, содержащиеся в нем липиды окисляются во время жарки. Поэтому ядра фисташек целесообразнее использовать в пищевых целях в свежем виде.

Ключевые слова: фисташка, химический состав, белок, жир, зола

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1254

CHEMICAL CHANGES IN COFFEE AND CHOCOLATE DURING THE ROASTING PROCESS

Lala Huseynli[1], Vusale Suleymanova[2]
[1,2] Azerbaijan State Oil and İndustry University
[1,2] Department of Technology of Organic Substances and High-Molecular Compounds
[1] Student, https://orcid.org/0009-0003-4339-8282, mslalahuseynli@gmail.com
[2] Lecturer, https://orcid.org/0009-0005-9189-9588, suleymanovavusale@asoiu.edu.az

ABSTRACT
The roasting process plays a crucial role in the development of the flavor and nutritional properties of coffee and chocolate. This process highlights key chemical reactions, including the Maillard reaction, caramelization, lipid oxidation, and polyphenol degradation, which enhance sensory qualities. However, it also causes the degradation of bioactive compounds such as chlorogenic acids in coffee and flavonoids in cocoa, which affect their health benefits.
Understanding chemical transformations is essential for optimizing roasting conditions. Advanced analytical techniques such as spectroscopy and chromatography help to closely monitor the changes. Essentially, it allows manufacturers to achieve the perfect balance between flavor and nutritional value by reducing harmful compounds such as acrylamide.
Despite some nutritional losses, coffee and chocolate remain valuable sources of antioxidants and bioactive compounds that contribute to cognitive function and cardiovascular health. Continuous research and innovation are key to improving roasting methods while providing health benefits.

Keywords: *Coffee roasting, cocoa roasting, Maillard reaction, acrylamide, lipid oxidation, polyphenol degradation, advanced roasting technologies.*

Introduction

Coffee and chocolate are loved all over the world for their rich flavors, stimulating effects, and special cultural roles. One of the important stages in the development of these two products in their unique taste, aroma, and texture is the roasting process. Under the influence of heat, various chemical changes occur, transforming the raw beans into the products we use in our daily lives, affecting their taste characteristics and nutritional values.

Coffee, made from roasted coffee beans, is an essential beverage for millions of people, particularly due to the stimulant effects attributed to its caffeine content. Coffee plays an important role in our wake-up routines and is often associated with increased alertness, improved cognitive function, and elevated mood. Moderate coffee consumption has been linked to potential health benefits, including a reduced risk of neurodegenerative diseases (Alzheimer's and Parkinson's), improved metabolic rates, and a lower likelihood of developing Type 2 diabetes. [22]

Similarly, chocolate, made from cocoa beans, is valued not only as a sweet treat but also for its nutritional components. Dark chocolate in particular is high in polyphenols, flavonoids, and antioxidants, which contribute to cardiovascular health by reducing inflammation and improving blood circulation.[17]. Chocolate consumption is also associated with mood elevation, as chocolate stimulates the release of endorphins and serotonin, which are responsible for feelings of

well-being, in the brain.

Although coffee and chocolate are produced for both pleasure and stimulation, their taste and aroma depend on the roasting process. Roasting is a critical step responsible for the distinct flavors and aromas that make these products so appealing. This process occurs by heating raw coffee and cocoa beans to a specific temperature, which causes complex chemical reactions that shape the final product. During coffee roasting, changes such as the Maillard reaction and caramelization occur, creating a characteristic flavor, resulting in rich, aromatic compounds. Roasting time and temperature affect the intensity of the flavor: light roasts preserve acidity and floral notes, while dark roasts increase bitterness and fullness [3].

Similarly, roasting of cocoa beans is also important for developing the flavor profile of chocolate. This process affects the breakdown of polyphenols, which affects bitterness, astringency, and antioxidant content [1]. The release of volatile compounds such as aldehydes and pyrazines during roasting contributes to the characteristic aroma of chocolate. At the same time, the rearrangement of fat crystals affects the melting properties of chocolate, as well as its mouthfeel and consistency. This process improves the chocolate's consumption experience by making it smooth and creamy [2,16].

2 | Roasting Process: An Overview

Roasting is an important and complex process in the preparation of both coffee and chocolate, which acts as a bridge from raw beans to delicious products. During roasting, raw coffee and chocolate beans are exposed to certain temperatures, and a series of complex chemical reactions occur that affect the taste, aroma, and texture of the product.

In coffee roasting, the beans are usually heated to a temperature of 180-250 degrees, and the roasting time varies between 10 and 20 minutes, depending on the roast level (light, medium, dark). Each level has its own characteristics: light roasts preserve the natural acidity and fruitiness, while dark roasts produce rich bitterness and robust flavors [3].

Cocoa bean roasting is typically between 120-160 degrees Celsius and lasts between 15-30 minutes. Cocoa bean roasting is essential for the breakdown of polyphenols and the conversion of bitter compounds, resulting in a smoother and less astringent chocolate flavor [1].

The Maillard reaction, a complex interaction between amino acids and reducing sugars, produces a series of aroma compounds responsible for the rich, savory, umami notes in roasted coffee and chocolate. In addition, the caramelization of sugars contributes to the sweet, nutty, and toasted flavors that define both beverages and desserts [3].

3 | Chemical Changes in Coffee During Roasting

Roasting coffee affects its quality and health by shaping its taste, aroma, color, and bioactive properties through reactions such as caramelization, Maillard reaction, chlorogenic acid breakdown, lipid oxidation, and acrylamide formation at high temperatures.

3.1 | Maillard reaction and caramelization: Formation of flavor and aroma compounds

The Maillard reaction is a critical process that occurs between amino acids and reducing sugars during roasting and leads to the formation of complex aroma and flavor compounds. This reaction results in the production of melanoidins, which provide the brown color of coffee and enhance its body and mouthfeel [5]. Important volatile compounds such as pyrazines, furans, and thiophenes are also formed and significantly affect the sensory properties of coffee [3].

Caramelization, which occurs above 160 degrees Celsius, involves the breakdown of sugars, compounds responsible for sweet and bitter flavor notes. The degree of caramelization depends on roasting time and temperature, which affects the balance of acidity, sweetness, and bitterness in

the final coffee product [9].

3.2 | Degradation of chlorogenic acids: Impact on bitterness and antioxidant levels

Chlorogenic acids are important polyphenols in green coffee beans known for their antioxidant properties. During roasting, chlorogenic acids are converted to quinic and caffeic acids, which contribute to the bitterness and astringency of coffee [11]. Light roasts retain more chlorogenic acids, preserving the antioxidant capacity of coffee, while dark roasts show a significant reduction in CGA content, resulting in a milder but more bitter taste [7]. Degradation products such as lactones and phenylindanes contribute to the distinct bitterness observed in dark roasts [26].

3.3 | Lipid oxidation: Effects on coffee oil composition and stability

Lipids, mainly triglycerides and free fatty acids, play an important role in the texture and sensory properties of coffee. During roasting, lipids undergo oxidation and hydrolysis, which alter the composition and stability of coffee oils. Oxidation products contribute to the development of off-flavors, especially in poorly stored coffee [12]. However, stored lipids are crucial for espresso coffee because they enhance crema formation, a key quality parameter for espresso beverages [13]. Proper roasting and storage conditions help to preserve the integrity of the coffee oil and extend its freshness.

3.4 | Acrylamide formation: Health concern and strategies to reduce impacts

Acrylamide, a potentially carcinogenic compound, is formed during roasting by the Maillard reaction, particularly from the breakdown of asparagine [18]. The highest acrylamide levels are typically found in light and medium roasts, as prolonged roasting at high temperatures reduces acrylamide content due to thermal degradation [28]. To minimize acrylamide formation while maintaining desirable flavors, researchers recommend optimizing roasting parameters such as time-temperature profiles and using pre-treatment methods such as steam treatment or enzymatic applications [14]. Regulatory bodies such as the European Food Safety Authority (EFSA) continue to monitor acrylamide levels and promote mitigation strategies [10].

4 | Chemical Changes in Cocoa Beans during Roasting

4.1 | Degradation of polyphenols: Impact on bitterness reduction and health benefits

Polyphenols, particularly flavonoids such as catechins and epicatechins, which are abundant in raw cocoa beans, contribute to the astringent and bitter taste [15]. However, during roasting, these polyphenols undergo thermal degradation, reducing bitterness and making the final chocolate product more palatable [17].

Although polyphenol degradation enhances flavor, it also reduces the antioxidant potential of cocoa. Studies have shown that lightly roasted cocoa retains more polyphenols than dark roasts, balancing both flavor and health benefits [23]. The rate of degradation is dependent on the roasting temperature, with significant polyphenol loss above 150°C [21].

4.2 | Formation of volatile compounds: Impact on aroma and sensory attributes

Volatile compounds formed during roasting determine the aroma of chocolate. These compounds, as well as esters, aldehydes and pyrazines, are responsible for the characteristic chocolate, fruity and nutty aromas [8]. The roasting process enhances the formation of undesirable volatiles while reducing undesirable, raw bean odors.

For example, aldehydes such as benzaldehyde provide almond-like notes, while roasted and nutty aromas can be obtained from pyrazines [24]. Controlled roasting conditions help optimize the balance of these volatile compounds and provide a full-bodied chocolate flavor.

4.3 | Changes in fat content: Cocoa butter crystallization and texture changes

Roasting can affect the crystal structure of cocoa butter, leading to changes in triglyceride

composition. Proper roasting conditions ensure the formation of desirable polymorphic forms that contribute to the smooth texture and glossy appearance of chocolate [2]. Excessive roasting, however, can lead to oxidation of the butter, which can lead to off-flavors and reduced shelf life [16].

5 | Analytical Methods for Identifying Chemical Changes During Roasting

5.1 | Spectroscopic methods:

Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

FTIR is a powerful technique for detecting oxidation products in roasted beans. This method allows the identification of functional groups associated with the Maillard reaction, caramelization, and lipid oxidation. By observing changes in infrared absorption spectra, FTIR can monitor the formation of compounds such as aldehydes, ketones, and other oxidation products that contribute to the sensory profile of roasted coffee and cocoa [27].

Nuclear Magnetic Resonance (NMR)

NMR spectroscopy is a versatile tool for structural analysis that allows the identification and quantification of specific chemical compounds in roasted beans. It helps to analyze the structural changes of chlorogenic acids, polyphenols, and lipids during roasting, providing insights into molecular transformations that affect the bitterness, aroma, and texture of the final product [19].

5.2 | Chromatographic methods:

Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS)

GC-MS is widely used to identify volatile compounds formed during the roasting process. This technique separates and quantifies volatile organic compounds responsible for the distinct aroma of roasted coffee and cocoa. By combining gas chromatography with mass spectrometry, it is possible to detect trace amounts of pyrazines, furans, and other aroma compounds that significantly affect sensory qualities [25].

High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

HPLC is primarily used to measure the levels of chlorogenic acids and polyphenols in coffee and cocoa beans. This method provides precise quantification of these compounds, allowing researchers to assess how roasting affects their concentration. Lighter roasts retain higher levels of these antioxidants, while darker roasts exhibit reduced polyphenol content [11].

Liquid Chromatography-Mass Spectrometry (LC-MS)

LC-MS is a sophisticated method used to detect acrylamide formation in roasted beans. Acrylamide is a potentially harmful compound formed during the Maillard reaction at high temperatures. LC-MS allows for precise determination of acrylamide levels and provides information on how roasting conditions affect its formation [28].

5.3 | Sensory and Physical Analysis:

Electronic Nose Technology

The electronic nose is a cutting-edge technology designed to profile the aroma of roasted coffee and cocoa beans. It mimics the human sense of smell by using a series of sensors to detect volatile compounds. The electronic nose provides detailed aroma profiles that allow for a more objective assessment of the sensory properties of roasted products [4].

Differential Scanning Calorimetry (DSC)

DSC is a thermal analysis technique used to study the crystallization behavior of cocoa butter during roasting. This technique helps to understand how roasting temperature and time affect the fat content and texture of cocoa products. By measuring the heat flow during phase transitions, DSC provides valuable information about changes in cocoa butter that affect the mouthfeel and

overall texture of chocolate [13].

6 | Impact on Nutrition and Health Aspects

6.1| Loss of antioxidants and vitamins during roasting

Antioxidants, such as chlorogenic acids in coffee and polyphenols in cocoa, undergo thermal degradation during roasting. Studies have shown that lighter roasts retain higher chlorogenic acid concentrations, while darker roasts show significant reductions [7;11]. Similarly, roasting cocoa reduces levels of catechins and epicatechins, the major flavonoids known for their cardiovascular benefits [17].

Vitamin degradation also occurs, especially for heat-sensitive vitamins such as vitamin C and some B-complex vitamins. Although coffee naturally contains minimal amounts of these vitamins, cocoa is a relatively stable source of niacin (B3) compared to other vitamins [6] .

6.2 | Health risks associated with acrylamide and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs)

Acrylamide, a potentially carcinogenic compound, is formed during frying by the Maillard reaction, specifically by the breakdown of asparagine [18] . Studies have shown that acrylamide levels peak at light and medium frying and decrease at darker frying due to greater thermal decomposition [28-30].

Regulatory bodies, including the European Food Safety Authority (EFSA), recommend controlling roasting conditions to minimize acrylamide and PAH exposure while maintaining desirable sensory qualities [10]. Pretreatment strategies such as steam treatment or enzymatic modifications have been investigated to reduce acrylamide formation without compromising flavor [14].

Conclusion

Roasting is a process that determines the taste, chemical composition and nutritional value of both coffee and chocolate. These are heat-induced processes such as the Maillard reaction, caramelization, lipid oxidation, and polyphenol degradation that affect the aroma, taste and texture of both products. Although these processes enhance the flavor, they also reduce chlorogenic acids in coffee and flavonoids in cocoa.

Understanding the chemical changes allows us to control the roasting process. Thus, it is possible to both improve the taste quality and reduce the formation of harmful substances such as acrylamide. Modern analyses such as chromatography and spectroscopy help us obtain important information in this area.

Although some vitamins and antioxidants are reduced during the roasting process, chocolate and coffee are still beneficial to our health. They not only strengthen memory, but also protect cardiovascular health and improve mood.

References

1. Afoakwa, E. O., & Sefa-Dedeh, S. (2008). Roasting of cocoa beans: Effect on the breakdown of polyphenols and the formation of volatile compounds. “Journal of Food Science and Technology”, 45(3), 245-256.
2. Afoakwa, E. O., Paterson, A., Fowler, M., & Ryan, A. (2009). The influence of fermentation and roasting on the quality of cocoa butter. “International Journal of Food Science and Technology”, 44(4), 986-994.
3. Baggenstoss, J., Flament, I., & Leroy, A. (2008). Roasting of coffee and cocoa: Effect on

aroma composition. “Food Research International”, 41(9), 1084-1092.
4. Barrera, S., & Macías, F. A. (2015). Electronic nose technology for the analysis of roasted coffee aroma. “Journal of Food Science and Technology”, 52(1), 45-50.
5. Bekedam, D. R., & Gloess, A. (2008). Coffee roasting: Effect on flavor, aroma, and bioactive compounds. “Critical Reviews in Food Science and Nutrition”, 48(9), 735-743.
6. Belitz, H. D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). “Food Chemistry” (4th ed.). Springer.
7. Clifford, M. N. (2000). Chlorogenic acids and other cinnamates—nature, occurrence, dietary burden, absorption and metabolism. “Food Research International”, 33(1), 55-62.
8. Counet, C., & Roeges, M. (2004). Volatile compounds in cocoa and chocolate: Effect of roasting. “Food Chemistry”, 85(1), 89-95.
9. Daglia, M., & Melis, M. (2007). Antioxidant properties of coffee. “Journal of Agricultural and Food Chemistry”, 55(22), 9067-9073.
10. EFSA (European Food Safety Authority). (2015). Acrylamide in food: Health risks and mitigation strategies. “EFSA Journal”, 13(2), 4107.
11. Farah, A., & Donangelo, C. M. (2006). Phenolic compounds in coffee. “Food Research International”, 39(7), 707-719.
12. Frankel, E. N. (2010). Lipid oxidation. “Progress in Lipid Research”, 48(4), 316-329.
13. Gloess, A., & Wefers, D. (2014). Coffee oil composition and effects on espresso crema. “Journal of Food Science”, 79(5), 890-895.
14. Guenther, H., & Bredow, A. (2007). Minimizing acrylamide formation in food products. “Food Control”, 18(3), 1025-1033.
15. Hii, C. L., & Law, L. T. (2009). The effect of roasting on polyphenols in cocoa beans. “Journal of Food Chemistry”, 116(2), 238-245.
16. Jahurul, M. H. A., & Khatun, M. R. (2013). Cocoa butter crystallization and its effect on chocolate quality. “International Journal of Food Science and Technology”, 48(8), 1522-1532.
17. Jalil, A. M. M., & Ismail, A. (2008). Polyphenols in cocoa and chocolate. “Food Research International”, 41(2), 200-208.
18. Lantz, I., & Tang, G. (2006). Acrylamide formation in food during roasting. “Food Chemistry”, 96(4), 451-460.
19. Maillard, R., & Morin, A. (2011). NMR spectroscopy for chemical analysis of coffee compounds. “Journal of Food Science”, 56(3), 799-805.
20. Magrone, T., & Silvestris, S. (2017). Bioavailability of minerals in coffee. “Journal of Nutritional Biochemistry”, 28(7), 169-177.
21. Miller, S. H., & Foo, L. (2008). Polyphenol breakdown in cocoa during roasting. “Food Science and Technology”, 41(10), 1230-1238.
22. Nieber, K. (2017). Coffee and health: Potential benefits and risks. “Journal of Nutritional Biochemistry”, 28(9), 1129-1137.
23. Payne, M. J., & Walle, T. (2010). The effect of roasting on the antioxidant content of cocoa. “Journal of Agricultural and Food Chemistry”, 58(6), 1548-1555.
24. Schwan, R. F., & Wheals, A. E. (2004). Fermentation of cocoa and coffee beans: Effects on aroma. “Food Research International”, 37(7), 429-437.
25. Schultz, H., & Meyer, C. (2012). Volatile compounds and aroma in roasted coffee: Effects of roasting conditions. “Food Research International”, 47(5), 334-340.
26. Vignoli, J. A., & Martins, A. R. (2011). Chlorogenic acid degradation in coffee during

roasting. “Food Research International”, 46(1), 93-101.
27. Zhang, L., & Fu, H. (2014). FTIR analysis of coffee aroma during roasting. “Food Chemistry”, 158(2), 351-357.
28. Zyzak, D., & Maki, M. (2003). Acrylamide formation during coffee roasting. “Journal of Agricultural and Food Chemistry”, 51(1), 428-433.
29. Amirli F.A., Aghamaliyev Z. Z., Abdullayeva I.G., Pashayeva Z.N.&Aghamaliyeva D.B. The role of nutrition in ensuring healthy living. Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2(148), 2024., 629-638.
30. Abbasov V.M., Əmirli F.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Z.V., Quliyeva N.R. Qida kimyası. Dərslik. Bakı: Elm, 2023, 260 s.

Qovurma prosesi zamanı qəhvə və şokoladda baş verən kimyəvi dəyişikliklər

Lalə Hüseynli[1], Vüsalə Süleymanova[2]

[1,2]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
[1,2]Orqanik Maddələr və Yüksək Molekulyar Birləşmələr Texnologiyası Kafedrası
[1]Tələbə, https://orcid.org/0009-0003-4339-8282, mslalahuseynli@gmail.com
[2]Müəllim, https://orcid.org/0009-0005-9189-9588, suleymanovavusale@asoiu.edu.az

XÜLASƏ

Qovurma prosesi, kofe və şokoladın dad və qida xüsusiyyətlərinin inkişafında mühüm rol oynayır. Bu prosesdə Maillard reaksiyası, karamelizə, lipid oksidləşməsi və polifenol parçalanması kimi əsas kimyəvi reaksiyalar baş verir və bu reaksiyalar sensorik xüsusiyyətləri yaxşılaşdırır. Lakin, eyni zamanda, kofedə xlorogen turşuları və kakao flavonoidlərinin bioaktiv birləşmələrinin parçalanmasına səbəb olur ki, bu da onların sağlamlıq faydalarına təsir edir.

Kimyəvi transformasiyaların başa düşülməsi, qovurma şəraitlərinin optimallaşdırılması üçün vacibdir. Spektroskopiya və xromatoqrafiya kimi müasir analitik üsullar, dəyişiklikləri yaxından izləməyə kömək edir. Əsasən, bu, istehsalçılara dad və qida dəyəri arasında mükəmməl balansı əldə etməyə imkan verir, eyni zamanda akrilamid kimi zərərli birləşmələri azaltmağa kömək edir. Bəzi qida itkisinə baxmayaraq, kofe və şokolad, beyin funksiyasına və ürək-damar sağlamlığına töhfə verən antioksidantlar və bioaktiv birləşmələr üçün dəyərli mənbələr olaraq qalır. Davamlı tədqiqat və yeniliklər, qovurma metodlarını təkmilləşdirmək və sağlamlıq faydalarını təmin etmək üçün əsasdır.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1261

HƏMƏŞƏRA ÜZÜM SORTUNUN ÇƏHRAYI ŞƏRAB ISTEHSALINDA KEYFIYYƏT GÖSTƏRICILƏRININ TƏDQİQI

Mövlud Hüseynov[1], Sənan Allahverənov[2]
[1,2] Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti
[1,2] "İqtisadi və texnoloji elmlər" kafedrası
[1]dosent, texniki elmlər üzrə fəlsəfə doktoru,https://orcid.org/0000-0002-8774-3661, movlud.huseynov@unec.edu.az
[2] magistr, Senanalv@gmail.com

Xülasə
Bu tədqiqatın məqsədi, Həməşəra üzüm sortundan çəhrayı şərabın istehsalını və şərabın kimyəvi xüsusiyyətlərinin keyfiyyətə təsirini araşdırmaqdır. Tədqiqatda, Həməşəra üzümünün yığılmasından başlayaraq, şərabın fermentasiya prosesinə, kimyəvi analizlərə və son istehsal mərhələlərinə qədər olan bütün mərhələlər təhlil edilmişdir. Fermentasiya, üzümün seçilməsi, şirə hazırlanması və kimyəvi analizlərə (etil spirti, turşuluq, pH, şəkər qalığı və s.) xüsusi diqqət yetirilmişdir. Nəticələrə əsasən, Həməşəra üzüm sortundan əldə edilən çəhrayı şərabın keyfiyyəti yüksək olmuşdur, bu da üzümün düzgün seçilməsi, uyğun fermentasiya şəraiti və kimyəvi tərkibin balanslı olması ilə izah edilir. Tədqiqat, şərab istehsalının müasir üsullarla təkmilləşdirilməsi və Həməşəra üzüm sortunun potensialının artırılması üçün yeni istiqamətləri müəyyən etmişdir.
Tədqiqatın nəticələri göstərmişdir ki, Həməşəra üzüm sortunun çəhrayı şərab istehsalında istifadə olunan fermentasiya metodları və temperatur şərtləri şərabın yüksək keyfiyyətinə təsir göstərir. Fermentasiya müddətində üzümün turşuluq səviyyəsi, şəkər miqdarı və pH balansı şərabın dadını, aromatik xüsusiyyətlərini və rəf ömrünü müəyyən edir. Mikrobioloji və kimyəvi analizlər nəticəsində, etil spirti, uçucu turşular və kükürd oksidlərinin tərkibi şərabın keyfiyyətini artıran amillər kimi qiymətləndirilib. Həməşəra üzümünün tərkibindəki zəngin qida maddələri və aromatik birləşmələr şərabın fərqli və cəlbedici dad profilini təmin edir.
Bu tədqiqat, həmçinin şərab istehsalında istifadə olunan müasir texnologiyaların və metodların Həməşəra üzüm sortunun keyfiyyətinə necə müsbət təsir etdiyini göstərir. Nəticə olaraq, Həməşəra üzüm sortu Azərbaycanda çəhrayı şərab istehsalı üçün perspektivli bir material olaraq nəzərə alınmalıdır.
Gələcəkdə bu sahədə aparılacaq araşdırmalar, fərqli üzüm sortlarının və yeni fermentasiya metodlarının şərab istehsalına təsirini daha da geniş şəkildə təhlil etməli və şərabçılığın daha da inkişaf etdirilməsinə yönəlməlidir.

Açar sözlər: *Həməşəra, çəhrayı şərab, keyfiyyət*.

Giriş
Şərabın keyfiyyəti və xüsusiyyətləri, onun hazırlanmasında istifadə edilən üzüm sortlarının kimyəvi tərkibindən, becərildiyi regionun torpaq quruluşu və iqlim şəraitindən, istehsal prosesində tətbiq olunan texnoloji üsullardan, eləcə də fermentasiya sonrası saxlanma və yetişmə şərtlərindən asılıdır.

Qidalarda mövcud olan təbii antioksidantların qoruyucu təsiri əsasən vitaminlər, fenollar və karotinoidlər sayəsində təmin edilir. Antioksidantların bir çox xəstəliklərin qarşısının alınmasında

mühüm rola malik olduğu müəyyən edilmişdir. Polifenol tərkibinin zənginliyi beyin hüceyrələrinin qorunmasına, iltihab əleyhinə təsirə, xərçəngə qarşı qoruyucu xüsusiyyətlərə, ürək sağlamlığını dəstəkləyən və xroniki xəstəliklərin qarşısını alan təsirlərə malikdir. Şərab istehlakı ilə ürək-damar xəstəliklərinin azalma ehtimalı arasında müsbət əlaqə olduğu göstərilmişdir.

Üzüm, polifenollar və antosianlar baxımından zəngin olan təbii antioksidant mənbəyi kimi sağlam qidalanmada mühüm yer tutur. Üzüm şirəsi və şərabı flavonoidlər (katexin, epikatexin, kersetin və proksianidin), antosianlar, flavonollar, eyni zamanda flavonoid olmayan hidroksisinamik turşular və resveratrol birləşmələri baxımından da zəngindir.

Qırmızı üzümün qabığında antosianlar, flavanollar, proantosiyanidinlər, flavonollar və hidroksisinamik turşular; üzüm çəyirdəyində isə gallik turşusu, proantosiyanidinlər və flavanollar mövcuddur. Meyvə və tərəvəzlərdəki fenol birləşmələri və antioksidantlar becərilmə, saxlanma və emal proseslərindən təsirlənir. Çəhrayı şərab istehsalında üzümün bərk hissələrində mövcud olan və şəraba özünəməxsus xüsusiyyətlər qazandıran fenol birləşmələrinin ekstraksiyasını təmin etmək üçün əzinti fermentasiyası tətbiq edilir. Bu fermentasiya zamanı rəngli fenol birləşmələri (antosianlar) ilə yanaşı, rəngsiz fenol birləşmələri (taninlər, fenol turşuları) də şəraba keçir və saxlanma müddətində müxtəlif fiziki və kimyəvi dəyişikliklərə məruz qalır.

Çəhrayı şərabların rəngi və dadındakı dolğunluq, eləcə də büzüşdürücü təsir kimi xüsusiyyətlər fenol birləşmələri ilə əlaqəlidir. Bu birləşmələrin miqdarı üzüm sortuna, üzümün yetişmə səviyyəsinə, becərildiyi regionun torpaq və iqlim xüsusiyyətlərinə, həmçinin suvarma, gübrələmə və digər aqrotexniki tədbirlərə bağlı olaraq dəyişir. Fenol birləşmələri əsasən üzümün qabığında, meyvə lətində və çəyirdəyində cəmlənmişdir.

Dünyada geniş yayılmış və yüksək keyfiyyətli şərab istehsalına yararlı hesab edilən Cabernet Sauvignon, Merlot, Shiraz, Tempranillo, Grenache üzüm sortları ilə yanaşı, ölkəmizdə becərilən Həməşəra, Mədrəsə və Meysəri karası kimi üzüm sortları da şərabçılıqda istifadə olunur.

Çəhrayı şərab, üzümün uyğun şərtlər altında işlənməsi nəticəsində əldə edilən, xüsusilə təravətli və aromatik xüsusiyyətlərə malik bir içkidir. Həməşəra üzüm sortu, Azərbaycan üzümçülüyündə geniş yayılmış və keyfiyyətli şərablar istehsal edən bir sort olaraq tanınır. Bu tədqiqatın məqsədi Həməşəra üzümündən çəhrayı şərabın hazırlanması prosesini araşdırmaq, şərabın keyfiyyətini qiymətləndirmək və üzümün xüsusiyyətlərinə əsaslanaraq optimal istehsal şəraitlərini müəyyən etməkdir.

Material və metod

Üzüm Sortunun Seçimi və Hazırlıq: Bu tədqiqatda "Həməşəra" üzüm sortu seçilmişdir, çünki bu sort, xüsusilə Cəlilabad bölgəsində müsbət iqlim şəraiti və torpaq xüsusiyyətləri ilə tanınır. Üzümlər, tam yetişmiş və zədələnməmiş halda toplanmışdır. Üzümlər əllə seçilərək yığılmış və sonradan təmizlənmişdir. Təmizləmə prosesi zamanı bütün çürümüş, zədələnmiş və ya xəstə üzüm gilələri çıxarılmışdır.

Yığım yalnız səhər saatlarında, yüksək rütubət və temperaturdan qaçaraq həyata keçirilir. Üzümün qabığına zərər verilməməsi vacibdir.

Üzüm yığımı zamanı əsas diqqət yetiriləcək amillər:

- Üzümün şəkər tərkibi
- Üzümün turşuluq səviyyəsi
- Üzümün qabıq və lət keyfiyyəti

Fermentasiya Prosesinin Qurulması

Çəhrayı şərabın hazırlanmasında fermentasiya ən vacib mərhələlərdən biridir. Bu prosesin idarə edilməsi şərabın keyfiyyətini müəyyən edən əsas faktordur. Fermentasiya şəraiti, mayalanma müddəti, temperatur və mayalar çox diqqətlə seçilməlidir.

Fermentasiya üçün əsas parametrlər:

- Temperatur: İdeal fermentasiya temperaturu 15-20°C arasıdır.
- Fermentasiya müddəti: Bu müddət 7-10 gün arasında dəyişir.
- Maya seçimi: Şərabın istənilən dad və aromatik xüsusiyyətlərinə görə spesifik mayalar seçilir.

Üzümlər əvvəlcə əzilib, üzüm şirəsi ilə qarışdırılmışdır. Sonra, əzintidə fermentasiya konteynerlərinə yerləşdirilib və 24°C-də 5-7 gün ərzində saxlanılmışdır. Bu müddət ərzində şərabın rənginin düzgün çıxması üçün əzinti zaman-zaman qarışdırılmışdır. Fermentasiya prosesi üçün, yerli şəraitə uyğun olan xüsusi şərab mayası istifadə edilmişdir. Bu maya, üzümün tərkibindəki şəkərləri daha effektiv spirtə çevirmək məqsədilə seçilmişdir.

Fermentasiya və Filtrasiya: Fermentasiya tamamlandıqdan sonra, şərab bir neçə gün daha saxlanmış, sonra isə ilk filtrasiya prosesi həyata keçirilmişdir. Bu filtrasiya şərabın artıq şəkər qalıqlarını və digər xarici maddələri ayırmaq üçün aparılmışdır. Təmizlənmiş şərab daha sonra ikinci filtrasiya mərhələsinə keçmişdir.

Rəngin və Aromatik xüsusiyyətlərin müşahidəsi: Şərabın hazırlanma prosesi boyunca, şərabın rənginin və aromatik maddələrinin inkişafı müntəzəm olaraq izlənmişdir. Bu məqsədlə şərabın hər bir mərhələsində kiçik nümunələr götürülərək, rəng analizi və aromatik xüsusiyyətlər yoxlanmışdır. Rəng analizi üçün spesifik spektral ölçü cihazları istifadə edilmişdir. Aroma tərkibini qiymətləndirmək üçün, sensorial analiz aparılmışdır. Üzümün çəhrayı rəngini və meyvə-qoxulu xüsusiyyətlərini qorumaq üçün fermentasiya temperaturu 25°C-dən çox artırılmamışdır.

Keyfiyyət Parametrləri və Ekspertizası

Mikrobioloji və Kimyəvi Analizlər. Fermentasiya zamanı şərabın tərkibi və mikrobioloji xüsusiyyətləri izlənir. Bu analizlər, şərabın son keyfiyyətini təyin etmək üçün vacibdir. Tədqiqatda aşağıdakı kimyəvi və mikrobioloji analizlər həyata keçirilmişdir:

- Etil spirti miqdarı: Şərabın spirt tərkibi ölçülür.
- Ümumi turşuluq: Bu, şərabın ümumi turşuluq səviyyəsini müəyyən edir. Yüksək turşuluq şərabın təzə və balanslı olmasına kömək edir.
- pH səviyyəsi: Şərabın pH səviyyəsi, şərabın dadını və raf ömrünü müəyyən edən bir göstəricidir.
- Şəkər qalığı: Şəkər qalığı şərabın şirinlik dərəcəsini təyin edir.
- Uçucu turşuluq: Uçucu turşular şərabın qoxusunu və dadını müəyyən edən komponentlərdir.
- Sərbəst kükürd 4-oksid və Ümumi kükürd 4-oksid: Şərabın tərkibindəki kükürd birləşmələri, onun qoxusunu və dadını təsir edir.

pH dəyəri: şərabın pH dəyəri, şərabın dad və balansını müəyyən edən əsas göstəricilərdən biridir. Fermentasiya prosesində pH dəyəri bir qədər azalmışdır ki, bu da şərabın təravətli və yüngül turşuluğunu təmin etmişdir. pH səviyyəsinin sabit saxlanması, şərabın fermentasiya və saxlama proseslərindəki ən mühüm faktordur.

Şəkər Tərkibi: şəkər tərkibi, şərabın dadını, xüsusən də şirin və quru növlərini müəyyən edir. Fermentasiya prosesində üzüm şirəsinin şəkər tərkibi 18,5%-dən 0,2%-ə qədər azalmışdır. Bu, şərabın təbii, qurulmuş və balanslı dadını təmin etmişdir. Şəkər miqdarının azalması,

həmçinin şərabın alkoqol miqdarının artırılmasını təmin etmişdir.

Turşuluq: turşuluq şərabın təravətini və uzunmüddətli saxlanılma qabiliyyətini təsir edir. Tədqiqatın nəticələrinə görə, turşuluq səviyyəsi, şərabın fermentasiya prosesində 7,1 g/L-dən 6,0 g/L-ə düşmüşdür. Bu, şərabın balansını təmin etmiş və sərt turşuluq dadın qarşısını almışdır.

Etil spirit miqdarı: etil spirti miqdar, şərabın keyfiyyətini və istehsalını təsir edən əhəmiyyətli amildir. "Həməşəra" üzüm sortunun şərabı, 12%-lik alkoqol səviyyəsinə çatmışdır, bu da çəhrayı şərab üçün optimaldır və dad balansını qorumağa kömək etmişdir.

Antioksidant Aktivlik: Antioksidantlar, şərabın sağlamlıq üzərindəki faydalarını artırır. Şərabın antioksidant aktivliyi, fermentasiya prosesi zamanı bəzi azalmalar göstərmişdir, lakin bu dəyişiklik şərabın keyfiyyətinə mənfi təsir etməmişdir. Antioksidant aktivliyinin azalma səbəbi, fermentasiya prosesi zamanı üzümün bioaktiv maddələrinin bir hissəsinin parçalanmasıdır

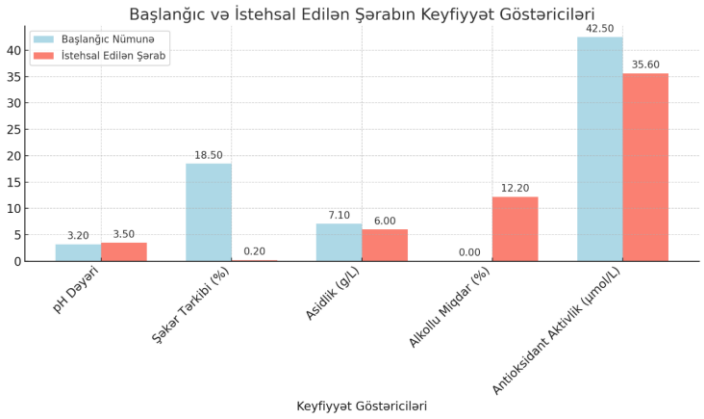
Nəticələr

Bu tədqiqatda, "Həməşəra" üzüm sortundan çəhrayı şərab istehsalı zamanı əldə edilən nəticələr aşağıdakı kimi ümumiləşdirilə bilər:

Fermentasiya prosesi zamanı şərabın pH dəyəri 3.2-dən 3.5-ə qədər artmışdır, bu da şərabın təravətli və balanslı dadını təmin etmişdir. Şəkər tərkibi 18.5%-dən 0.2%-ə qədər azalmış və nəticədə şərabın quru növü yaranmışdır. Bu azalma, şərabın alkoqol miqdarını 12%-ə qədər artırmış və şərabın dadını daha zərif və yüngül etmişdir. Turşuluq səviyyəsi 7.1 g/L-dən 6.0 g/L-ə düşmüşdür, bu da şərabın daha yumşaq və balanslı bir dad profili əldə etməsinə səbəb olmuşdur.

Şərabın antioksidant aktivliyi əvvəlki dəyərlərlə müqayisədə müəyyən qədər azalmışdır. Başlanğıcda 42.5 µmol/L olan antioksidant aktivliyi, fermentasiya və şərabın saxlanması zamanı 35.6 µmol/L-ə düşmüşdür. Lakin bu azalma, şərabın ümumi keyfiyyətinə mənfi təsir etməmişdir, çünki digər keyfiyyət göstəriciləri, xüsusilə alkoqol və turşuluq səviyyələri, ideal vəziyyətdə qalmışdır.

Bütün bu nəticələr göstərir ki, "Həməşəra" üzüm sortu, yüksək keyfiyyətli çəhrayı şərab istehsalında istifadə üçün uyğun bir materialdır. Fermentasiya prosesi, şərabın balansını və dadını təmin etmiş, eyni zamanda şərabın sağlamlıq üzərindəki faydalarını da artırmışdır.



Ədəbiyyat siyahısı

1. Əhmədov Ə.İ. Ərzaq məhsullarının ekspertizasının üsul və vasitələri / Ə.İ.Əhmədov, Dərs vəsaiti. Bakı: "İqtisad Universiteti" Nəşriyyatı, 2018 - 290 səh.
2. Əhmədov, Ə.İ. İstehlak malları istehsalının ümumi texnologiyası. (Ərzaq məhsullarının istehsal texnologiyası). Ali məktəblər üçün dərslik / Ə.İ.Əhmədov, F.R.Quliyeva,

L.V.Quliyeva - Bakı: “İqtisad Universiteti” Nəşriyyatı - 2018. - 312 səh.
3. Fətəliyev H.K. Şərabın mikrobiologiyası / Bakı: Elm, 2016, 342 səh.
4. Conte A, Pellegrini S, Tagliazucchi D. 2003. Synergistic protection of PC12 cells from b-amyloid toxicity by resveratrol and catechin. Brain Res Bull,62, 29–38.
5. Subbaramaiah K, Chung WJ, Michaluart P, Telang N, Tanabe T, Inoue H. 1998. Resveratrol inhibits cyclooxygenase-2 transcription and activity in phorbol ester-treated human mammary epithelial cells. J Biol Chem, 273, 21875–21882.
6. Kuroda Y, Hara Y. 1999. Antimutagenic and anticarcinogenic activity of tea polyphenols. Mutat Res,436, 69–97.
7. Visioli F, Borsani L, Galli C. 2000. Diet and prevention of coronary disease: the potential role of phytochemicals. Cardiovasc Res, 47, 419–425. 8. Ames BN, Gold LS, Willett WC. 1995. The causes and prevention of cancer. Proc Natl Acad Sci USA,92, 5258–5265.
8. Muller H, Bub A, Waltzl B, Rechkemmer G. 1999. Plasma concentration of carotenoids in healthy volunteers after intervention with carotenoid-rich foods. Eur J Clin Nutr, 38, 35–44. 10. Renaud S, De Lorgeril, M. 1992. Wine, alcohol, platelets, and the French paradox for coronary heart disease. Lancet, 339, 1523–1526.
9. Orak HH. 2007. Total antioxidant activities, phenolics, anthocyanins, polyphenoloxidase activities of selected red grape cultivars and their correlations. Sci Hort, 111, 235–241.
10. Singleton VL. 1982. Grape and wine phenolics: background and prospects.In: Webb, A.D. (Ed.), Proceedings of Grape Wine Centennial Symposium University of California Davis, 215–227.
11. Macheix JJ, Fleuriet A, Billot J. 1990. Fruit Phenolics.CRC, Boca Raton, FL, 1–25.
12. Fətəliyev H.K., Heydərov E.E. Süfrə şərablarının müasir texnologiyası / dərs vəsaiti, Bakı, 2017, 336 səh.
13. İsmayılov M.T., Fətəliyev H.K. Titrəyişli maserasiya ilə süfrə şərablarının texnologiyasının təkmilləşdirilməsi / tövsiyə - Bakı: 2012, 48 s.
14. Mikayılov, V.Ş. Qida məhsullarının ümumi texnologiyası / V.Mikayılov, E.Fərzəliyev; - Bakı: Kooperasiya, - 2018. - 832 s.
15. Pənahov, T.M. Üzümün saxlanması, qurudulması və emalı texnologiyası / T.M.Pənahov, M.Ə.Hüseynov - Bakı: Adiloğlu, 2019, 348 s.

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ РОЗОВОГО ВИНА ИЗ СОРТА ВИНОГРАДА ХЯМЯШЯРА

Мавлюд Гусейнов[1], Санан Аллахверанов[2]
[1,2]Азербайджанский Государственный Экономический Университет,
[1,2] Кафедра "Экономических и технологических наук",
[1]Доцент, доктор философии по техническим наукам,
https://orcid.org/0000-0002-8774-3661,movlud.huseynov@unec.edu.az
[2] Магистрант, Senanalv@gmail.com

РЕЗЮМЕ
Цель данного исследования – изучить производство розового вина из сорта винограда Хамашара и влияние его химических свойств на качество вина. В исследовании анализируются все этапы процесса, начиная с сбора винограда Хамашара, ферментации, химического анализа и завершая конечными стадиями производства. Особое внимание

уделяется ферментации, отбору винограда, подготовке сусла и химическим анализам (содержание этанола, кислотность, pH, остаточный сахар и т. д.). Результаты показывают, что качество розового вина, полученного из винограда Хамашара, является высоким, что объясняется правильным выбором винограда, оптимальными условиями ферментации и сбалансированным химическим составом. Данное исследование определяет новые направления для совершенствования винодельческих технологий с использованием современных методов и повышения потенциала сорта винограда Хамашара.

Результаты исследования показали, что методы ферментации и температурные условия, используемые при производстве розового вина из винограда Хамашара, значительно влияют на его качество. В процессе ферментации уровень кислотности, содержание сахара и pH винограда определяют вкус, ароматические характеристики и срок хранения вина. Микробиологический и химический анализы показывают, что этанол, летучие кислоты и оксиды серы являются факторами, улучшающими качество вина. Богатый состав питательных веществ и ароматических соединений винограда Хамашара обеспечивает уникальный и привлекательный вкусовой профиль вина.

Кроме того, данное исследование демонстрирует положительное влияние современных технологий и методов на качество вина, производимого из винограда Хамашара. В результате виноград Хамашара следует рассматривать как перспективный материал для производства розового вина в Азербайджане.

Будущие исследования в этой области должны быть направлены на изучение влияния различных сортов винограда и новых методов ферментации на виноделие с целью дальнейшего развития винодельческой отрасли.

Ключевые слова: *Хамашара, розовое вино, качественное*.

RESEARCH ON QUALITY INDICATORS IN THE PRODUCTION OF ROSÉ WINE FROM THE HAMASHARA GRAPE VARIETY

Movlud Huseynov[1], Sanan Allahveranov[2]
[1,2] Azerbaijan State University of Economics (UNEC)
[1,2] "Economics and Technological Sciences" department
[1]Associate Professor, Ph.D in Engineering,https://orcid.org/0000-0002-8774-3661,movlud.huseynov@unec.edu.az
[2] Master student, Senanalv@gmail.com

Abstract
The aim of this research is to investigate the production of rosé wine from the Hamashara grape variety and the impact of its chemical properties on wine quality. The study analyzes all stages of the process, from harvesting the Hamashara grapes to fermentation, chemical analyses, and final production stages. Special attention is given to fermentation, grape selection, juice preparation, and chemical analyses (ethanol content, acidity, pH, residual sugar, etc.). The results indicate that the quality of rosé wine obtained from the Hamashara grape variety is high, which is attributed to proper grape selection, optimal fermentation conditions, and a well-balanced chemical composition. This research identifies new directions for improving winemaking techniques using modern methods and enhancing the potential of the Hamashara grape variety.

The findings show that the fermentation methods and temperature conditions used in rosé wine production from the Hamashara grape variety significantly affect its quality. During fermentation, the acidity level, sugar content, and pH balance of the grapes determine the taste, aromatic characteristics, and shelf life of the wine. Microbiological and chemical analyses indicate that ethanol, volatile acids, and sulfur oxides contribute positively to wine quality. The rich nutrients and aromatic compounds in Hamashara grapes provide a distinctive and appealing flavor profile.
Furthermore, this study demonstrates the positive impact of modern technologies and methods on the quality of wine produced from the Hamashara grape variety. As a result, Hamashara grapes should be considered a promising material for rosé wine production in Azerbaijan.
Future research in this field should focus on analyzing the effects of different grape varieties and new fermentation methods on winemaking to further enhance the development of the wine industry.

Keywords: *Hamashara, rose wine, quality.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1268

MAYE PEYIN ÜÇÜN MEXANIKI FRAKSIYALARA BÖLÜNMÜŞ HAZIRLIQ XƏTLƏRI

Şükriyyə Mayılova [1], Gülnarə Abdullayeva[2], Teyfə Şərifova[3]

[1,2,3] Azərbaycanlı, Bakı, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye İnstitutu
[1]"Kimya və qeyri-üzvi maddələrin texnologiyası" kafedrasının magistrı
[2] k.ü.f.d, dosent, https://orcid.org/0000-0002-6544-3940 , gulnare-abdullayeva@rambler.ru
[3]"Kimya və qeyri-üzvi maddələrin texnologiyası" kafedrasının laborantı
https://orcid.org/0000-0001-6689-3102, hteyfa@gmail.com

XÜLASƏ

Hidravlik gübrə təmizləmə sistemlərinə malik heyvandarlıq təsərrüfatlarında rütubəti 96%-dən çox olan gübrə əmələ gəlir. Belə gübrələrin utilizasiyasının ən çox yayılmış üsulu onu əvvəlcə fraksiyalara ayırmaqdır, bundan sonra möhkəm fraksiyanın kompost kimi və maye fraksiyanın suvarma sistemində istifadəsi həyata keçirilir. Eksperimental şəkildə başlanğıc gübrənin rütubəti, filtrasyon bölməsinin deşik diametri və qurğunun məhsuldarlığının quru maddəyə görə ayırma prosesinin səmərəliliyinə və yaranan möhkəm fraksiyanın rütubətinə təsiri müəyyən edilmişdir. Aşkarlanıb ki, iri buynuzlu heyvan gübrəsinin fraksiyalara ayrılması zamanı filtrasyon bölməsinin deşik diametrinin 2 mm-dən 0,75 mm-ə qədər azaldılması, quru maddəyə görə ən səmərəli ayırma təmin edir. Bu göstəricinin dəyəri 57%-ə çatır.

İri buynuzlu heyvan gübrəsinin fraksiyalara ayrılması zamanı, rütubəti 94-98,8% olan donuz gübrəsinin filtrasiya bölməsinin deşik diametrinin 0,5 mm-dən 1,5 mm-ə qədər artırılması məhsuldarlığın 30-50 t/saata qədər artmasına kömək edir, başlanğıc gübrəsinin rütubətində maksimum dəyişiklik isə məhsuldarlığın 9-dan 30 t/saata qədər artmasına səbəb olur. Gübrənin maye fraksiyasının homogenizasiyası üçün vorteks qat qurğularının icazə verilən məhsuldarlığı müəyyən edilib. Aşkarlanan qanunauyğunluqlar hər bir xüsusi heyvandarlıq təsərrüfatı üçün maye gübrənin gündəlik çıxışını, möhkəm və maye fraksiyaların həcmini, möhkəm və maye fraksiyaların karantinləşdirilməsi üçün anbarların tutumunu, aşağıdakıları müəyyən etməyə imkan verir: ilkin gübrə və maye fraksiyasının daşınması üçün nasosların tələb olunan sayı; gübrəni fraksiyalara ayırmaq üçün mərkəzi fırlanma qurğuları; maye fraksiyanın homogenizasiyası üçün vorteks qat qurğuları.

Hidravlik peyin yığım sistemləri olan heyvandarlıq müəssisələrində nəmliyi 96% - dən çox olan Peyin əmələ gəlir. Bu cür peyin atılmasının ən geniş yayılmış metodı, əvvəlcədən fraksiyalara bölünərək suvarma sistemində kompost və maye şəklində qatı bir fraksiya kimi istifadə olunmasıdır. Eksperimental olaraq, ilkin peyin nəmliyinin, filtr bölməsinin dəliklərinin diametrinin və qurğunun məhsuldarlığının quru maddənin ayrılması prosesinin səmərəliliyinə və yaranan bərk fraksiyanın nəmliyinə təsiri müəyyən edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, mal-qara peyin fraksiyalarına bölündükdə, filtr bölməsinin diametri 2 mm-dən 0,75 mm-ə endirildikdə, quru maddə ilə ən təsirli ayrılma təmin edilir. Göstərilən əmsalın dəyəri 57% - ə çatır. Nəmliyi 94-98,8% olan donuz peyin fraksiyalarına bölündükdə, filtr bölməsinin diametrinin 0,5 mm - dən

1,5 mm-ə qədər artması məhsuldarlığın 30-50 t/saat artmasına, ilkin peyin nəmliyinin maksimum dəyişməsi-məhsuldarlığın 9 ilə 30 T/saat arasında artmasına kömək edir.

Qurulmuş qanunauyğunluqlar, hər bir xüsusi heyvandarlıq müəssisəsi üçün maye gübrənin gündəlik məhsuldarlığını, bərk və maye fraksiyaların həcmini, bərk və maye fraksiyaların karantini üçün anbarların tutumunu, tələb olunan miqdarı müəyyən etməyə imkan verir: ilkin Peyin və maye fraksiyasının daşınması üçün nasoslar; gübrəni fraksiyalara ayırmaq üçün santrifüjlər; maye fraksiyanı homogenləşdirmək üçün vorteks qat aparatları.

Açar sözlər: *maye gübrə, möhkəm fraksiya, maye fraksiya, mərkəzi fırlanma qurğusu, karantin anbarı, nəqliyyat qurğusu, nasos, gübrə anbarı.*

Giriş

Dünyada heyvandarlıq məhsullarının, xüsusilə donuz və mal əti istehsalının sənaye istehsalında müxtəlif hidravlik təmizləmə üsulları tətbiq olunur. Bu zaman əmələ gələn gübrənin rütubəti 96-98%-ə çatır ki, bu da onun üzvi gübrə istehsalı üçün xammal kimi gələcək istifadəsi baxımından son dərəcə məqsədəuyğun deyil. Son illərdə heyvanların saxlanması, yemlərin hazırlanması və paylanması sistemləri, eləcə də hidravlik təmizləmə üsulları əhəmiyyətli dərəcədə təkmilləşdirilib. Bütün bunlar birlikdə gübrənin rütubətini 95-96%-ə qədər endirməyə imkan verib [1-5, 15].Belə gübrənin utilizasiyasının perspektivli yollarından biri onun əvvəlcədən mexaniki olaraq fraksiyalara ayrılmasına əsaslanır. Bərk fraksiya biotermik dezinfeksiya prosesinə məruz qalır və gübrə kimi istifadə olunur, maye isə karantinasiya edilərək və anbarlarda saxlandıqdan sonra suvarma sistemlərində istifadə edilir [2,4,6,7,9].

Müəyyən bir heyvandarlıq təsərrüfatına uyğun olaraq, maye gübrənin utilizasiyası xəttinin effektiv işləməsi üçün istifadə olunan texniki avadanlıqların müəyyən xüsusiyyətlərlə tələb olunan miqdarı, ilkin gübrə üçün qəbul tutumlu qabların həcmi, maye fraksiya üçün karantin konteynerləri, bərk fraksiya üçün karantin saxlama anbarları və maye fraksiyanın suvarma sistemlərində istifadə edilmək üçün saxlanması üçün anbarlar müəyyən edilməlidir [4,8,10].Bu parametrlərin hesablanmasında əsas amillər heyvandarlıq təsərrüfatının xarakteristikası və gübrənin quru maddə üzrə fraksiyalara ayrılma prosesinin səmərəliliyidir. Birinci amil əsasında təsərrüfatdan çıxan gübrənin miqdarı müəyyən edilir, ikinci amil isə yaranan gübrə fraksiyalarının miqdarı və keyfiyyəti üzrə məlumat verir.

Bundan əlavə, gübrənin quru maddə üzrə fraksiyalara ayrılması prosesinin səmərəliliyi aşağı olduqda (50%-dən az) maye fraksiyanın saxlanması zamanı sıx çöküntü qatının əmələ gəlməsi mümkündür ki, bu da nasos avadanlıqları ilə boşaldıla bilməz.Bu əməliyyatın icrası üçün ağır mobil texnikaların istifadəsi, beton örtüklə bahalı saxlama anbarlarının inşasına və gübrənin utilizasiya sistemi funksiyasının səmərəliliyinin azalmasına səbəb olur. Buna görə də, hər bir konkret heyvandarlıq təsərrüfatı üçün maye gübrənin fraksiyalara mexaniki ayrılması ilə istifadə üçün hazırlıq texnologiyasının rasional strukturu müəyyən edilməlidir.

Müəyyən edilib ki, gübrənin istifadəyə hazırlıq sisteminin səmərəliliyinin artırılması mexaniki fraksiyalara ayrılması əsasında aşağıdakı yollarla təmin oluna bilər: birpilləli prosesin yerinə yetirilməsi üçün universal maşının yaradılması; ilkin gübrənin quru maddə üzrə fraksiyalara ayrılmasının səmərəliliyinin artırılması; bərk gübrə fraksiyasının rütubət tələblərinə və maye fraksiyasının granulometrik tərkibinə dair texnoloji tələblərin yerinə yetirilməsi; ilkin gübrənin, bərk və maye fraksiyalarının saxlanması üçün qurğuların parametrlərinin optimallaşdırılması [5,9-12].

Bundan əlavə, maye fraksiyanın saxlanma müddətini, deməli, veterinar-sanitar tələblərlə əlaqədar saxlama anbarlarının inşası üçün xərcləri azaltmaq məqsədilə, maye fraksiyanın sürətlə dezinfeksiyasını təmin edəcək üsul və texniki vasitələrin tapılması məqsədəuyğundur.

Məqsəd

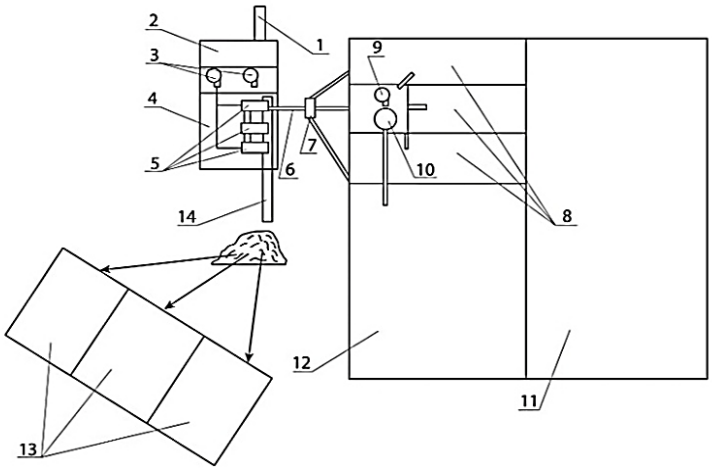
Problemin aktuallığı və əlaqəli tədqiqatlar

Tədqiqatların məqsədi – maye gübrənin fraksiyalara mexaniki ayrılması ilə istifadəyə hazırlıq xəttinin texniki vasitələrə və qurğuların parametrlərinə olan ehtiyacı üçün metodoloji əsasların hazırlanmasıdır.

Metodlar

Materiallar və metodlar.

Maye gübrənin fraksiyalara mexaniki ayrılması ilə istifadəyə hazırlıq xəttinin prinsipial sxemi Şəkil 1-də təqdim olunub.



Şəkil 1. Maye gübrənin istifadəyə hazırlanması texnologiyasının prinsipial sxemi, onun fraksiyalara mexaniki ayrılması əsasında: – ilkin gübrənin boru kəməri ilə verilməsi; 2– ilkin gübrənin qəbul rezervuarı; 3– gübrənin qarışdırılması və bölmə sexinə verilməsi üçün nasoslar; 4 – gübrənin fraksiyalara ayrılması sexi; 5 – gübrənin fraksiyalara ayrılması üçün mərkəzi fırladıcılar; 6 – maye gübrə fraksiyası üçün özlülük kollektoru; 7 – paylayıcı kamera; 8 – maye fraksiya üçün karantin konteynerləri; 9 – maye fraksiyanın ötürülməsi üçün nasos; 10 – maye fraksiyanın homojenləşdirilməsi və dezinfeksiyası üçün vixrli təbəqə cihazı; 11, 12 – maye fraksiyasının yığılma anbarları; 13 – bərk gübrə fraksiyası üçün karantin konteynerləri; 14 – bərk gübrənin boşaldılması üçün konveyer;

Gübrə fraksiyaları bölmə sexindən.

Təklif olunan sxemə görə, ilkin gübrə heyvandarlıq otaqlarından təzyiq boru kəməri ilə qəbul rezervuarına verilir, bu rezervuar bölmə sexi ilə birləşdirilib. Qəbul rezervuarından əvvəlcədən qarışdırılmış gübrə mərkəzi fırladıcılara verilir. Mərkəzi fırladıcılardan sonra maye fraksiya özlülük ilə paylayıcı kameradan karantin konteynerlərinə yönəldilir, bərk fraksiya isə konveyer vasitəsilə müvəqqəti saxlanma sahəsinə boşaldılır və sonra mütəmadi olaraq buldozerlə karantin konteynerlərinə yüklənir.

Karantinasiya olunduqdan sonra bərk fraksiya mobil konveyer vasitəsilə biotermik yetişdirmə üçün sahə ərazilərinə daşınır, maye fraksiya isə nasosla karantin konteynerlərindən götürülür, vixrli təbəqə cihazına verilir, burada homojenləşdirilir və dezinfeksiya olunur, sonra isə yığıcıların içinə yüklənir. Yığıcıdan maye fraksiya ehtiyac olduqda nasoslarla suvarma sisteminə

verilir. Gübrənin fraksiyalara ayrılması prosesinin eksperimental tədqiqatları zamanı mərkəzi fırladıcının məhsuldarlığı, qəbul rezervuarından tələb olunan gübrə həcminin boşaldılma vaxtı ilə müəyyən edilmişdir.Maye fraksiyanın çıxışı ara saxlama qabının dolma səviyyəsi ilə müəyyən edilmişdir. İlkin gübrənin və onun ayrı fraksiyalarının rütubəti ГОСТ 26713-85-ə əsasən müəyyən edilmiş, elektrik ötürücüsünün istehlak etdiyi güc isə ГОСТ 9999-94 (МЭК 258-68) standartına uyğun olaraq hesablanmışdır.

Tədqiqatların müzakirəsi

Gübrənin fraksiyalara mexaniki ayrılması xəttinin avadanlıq tərkibini, bərk fraksiyanın karantinasiya sahəsinin ölçülərini, maye fraksiyasının konteynerlərinin tutumunu müəyyən edən əsas parametr təsərrüfatdan çıxan gübrə miqdarıdır.

Heyvanlardan gündəlik çıxan nəcis miqdarı aşağıdakı formulaya əsasən müəyyən edilir:

$$V_{\varphi i} = \sum_{j=1}^{N_I} q_j \cdot N_j \quad (1)$$

burada Nj – j-ci yaş-qruplarındakı heyvanların sayı, baş; i – otağın sıra nömrəsi; N_I – otaqdakı yaş-qrupunun sayı, ədəd; q_j – j-ci yaş-qrupundan olan heyvanın gündəlik nəcis çıxışı norması, kg/baş; j – qrupun kodu.

Nəcis ilə yanaşı, gübrəyə su da daxil olur. Gündəlik su istehlakı aşağıdakı formulaya əsasən müəyyən edilir:

$$W_i = \sum_{j=1}^{N_I} W_{1j} \cdot N_j \ (2)$$

burada $W1j$ – j-ci qrupdan olan bir heyvanın gündəlik su istehlakı norması, kg/baş.

Təsərrüfata yaranan gündəlik gübrə miqdarı, nəcis və suyun cəmiyyəti ilə müəyyən edilir:

$$m_H = V_{\varphi i} + W_i \ (3)$$

Gübrə fraksiyalarının ayrılması zamanı hər bir fraksiyanın kütləsi aşağıdakı formulalarla müəyyən edilir:

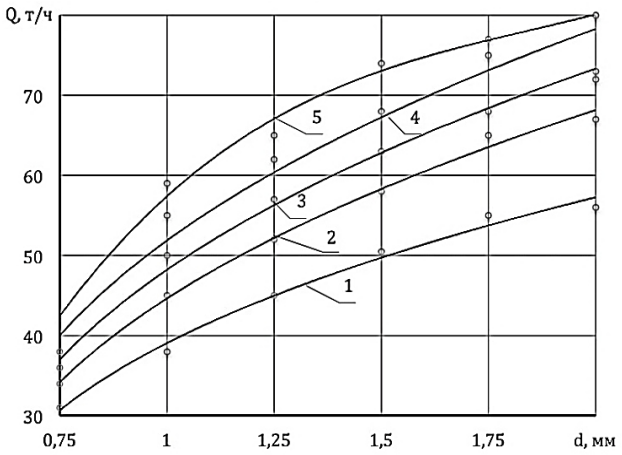
$$m_1 = \frac{m_H(W_H - W_2)}{W_1 - W_2}$$

$$m_2 = m_H - m_1 n \quad (4)$$

m_H, m_1, m_2 – müvafiq olaraq ilkin gübrənin və onun fraksiyalarının kütləsi, kg; U_H, U_1, U_2 – müvafiq olaraq gübrənin və onun fraksiyalarının rütubəti, %.

Yerli və xarici alimlər müəyyən ediblər ki, gübrənin fraksiyalara ayrılması prosesinin səmərəliliyi ilkin gübrənin fiziki-mexaniki xüsusiyyətlərindən və bu məqsədlər üçün istifadə olunan texniki vasitənin konstruktiv xüsusiyyətlərindən asılıdır [5,6,7,9,11]. Bizim halda, fraksiyalara ayrılma prosesinin filtrli tipli mərkəzi fırladıcılarda həyata keçirilməsi təklif edilir. Bu zaman prosesin məhsuldarlığının müəyyənedici ölçüsü, ilkin gübrənin xüsusiyyətlərindən əlavə, filtrli ayırıcı divarın dəliklərinin diametri olacaqdır.

Mərkəzi fırladıcının məhsuldarlığını və gübrənin fraksiyalara ayrılması prosesinin səmərəliliyini əlavə eksperimental tədqiqatlar aparmadan müəyyən etmək mümkün deyil. Bundan əlavə, gübrənin fraksiyalara ayrılması prosesinə qoyulan tələbləri nəzərə almaq lazımdır – bərk fraksiyanın rütubəti 80%-dən çox olmamalıdır, quru maddə üzrə ayrılma səmərəliliyi isə ən azı 50% olmalıdır [4,8,9,10]. Gübrənin fraksiyalara ayrılması prosesinin əsas eksperimental tədqiqat nəticələri Şəkil 2-5-də təqdim olunub.

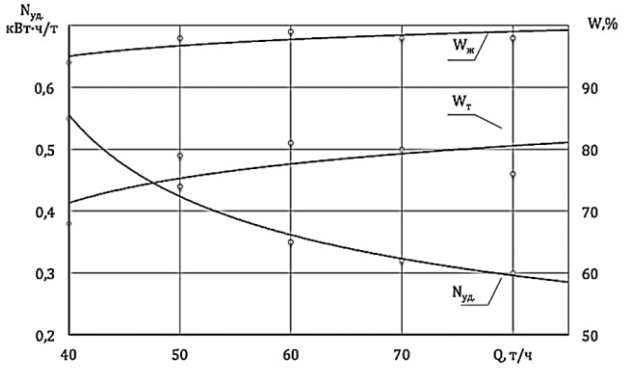


Şəkil 2. Mal – qara peyininin fraksiyalara ayrılması zamanı süzgəc arakəsməsinin deşiklərinin diametrinin sentrifuqanın işinə təsiri. Uout=95%; 2 - Uout=95,6%; 3-Vt çıxış=96,8%; 4 - U istinad. 98%; 5 - U çıxış=99%

Eksperimental məlumatların şəkil 2-də təqdim olunan təhlili göstərir ki, iri buynuzlu mal-qaranın gübrəsinin fraksiyalara ayrılması zamanı, mərkəzi qaçırma qurğusunun məhsuldarlığı tədqiq edilən dəyərlər çərçivəsində başlanğıc gübrəsinin rütubətindən daha az dərəcədə, filtr divarının deşiklərinin diametrindən asılıdır.Beləliklə, deşiklərin diametrinin 0,75-dən 2,0 mm-ə qədər dəyişməsi ilə, başlanğıc gübrəsinin rütubətinin tədqiq edilən dəyərləri (94,3-dən 98,2%-ə qədər) arasında mərkəzi qaçırma qurğusunun məhsuldarlığı 2840 t/saat dəyişir, halbuki başlanğıc gübrəsinin rütubətinin 94,3%-dən 98,2%-ə qədər artırılması, filtr divarının deşiklərinin diametri 2 mm olduğu halda məhsuldarlığı yalnız 22 t/saat artırır.

Filtr divarının deşiklərinin kiçik diametri ilə başlanğıc gübrəsinin quru maddə üzrə ən effektiv ayrılması təmin edilir. Başlanğıc gübrəsinin rütubətinin azaldılması onun ayrılma effektivliyini artırır. Ayrılma əmsalının maksimum dəyəri maye fraksiyaların rütubətində və prosesin spesifik enerji sərfiyyatında əldə olunur (şəkil 3).

Sınaq nəticələri göstərdi ki, tədqiq olunan filtrləyici divarın deşik diametri (0,75-2,00 mm) və başlanğıc gübrənin rütubət miqdarı (94,3-98,2%) arasında möhkəm fraksiyanın rütubəti demək olar ki, yalnız məhsuldarlıqdan asılıdır.



Şəkil 3. Xüsusi enerji sərfiyyatının bərk və maye fraksiyaların rütubətindən asılılığı. Ayırma zamanı sentrifuqa performansı donuz peyin fraksiyasında (Uçıxış = 98%, c = 1,0 mm)

Başlanğıc gübrəsinin rütubəti 94,3% və filtrləyici divarın deşik diametri 0,75 mm olduğu halda, şəkil 3. Mərkəzin müxtəlif fraksiyalara bölünməsi zamanı enerjinin spesifik sərfi, möhkəm və maye fraksiyanın rütubəti ilə mərkəzin məhsuldarlığının asılılıqları, iri buynuzlu heyvanların gübrəsi (U_isx.=96%, c=1,5 mm) üçün göstərilən əmsalın dəyəri 57%-ə çatır.

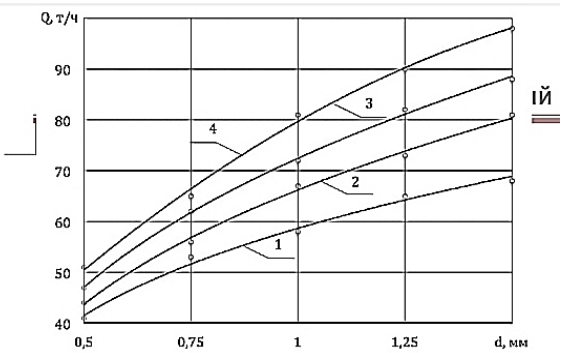
Yuxarıda sadalanan asılılıqlardan əlavə, gübrənin fraksiyalara ayrılması texnologiyalarının keyfiyyətli qiymətləndirilməsi üçün sabit fraksiyanın rütubəti də mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

İstehsal gücü 40 t/saata 80 t/saata qədər artdıqca sabit fraksiyanın rütubəti 72%-dən 82%-ə yüksəlir, bu zaman prosesin spesifik enerji tələbi 0,55 kWt·t/saata-dan 0,29 kWt·t/saata qədər azalır. Mərkəzi fırlanma maşınının istehsal gücü, maye fraksiyasının rütubətinə əhəmiyyətli təsir göstərmir; araşdırılan rejimlərdə o, 96,2%-dən 98,8%-ə qədər dəyişir.Gübrənin sabit fraksiyasının rütubəti, anorganik maddələrin parçalanması üzrə biotermik prosesin intensivliyinə saxlanma zamanı təsir göstərir.

İstehsal gücü 40 t/saata 80 t/saata qədər artdıqca sabit fraksiyanın rütubəti 72%-dən 82%-ə yüksəlir, bu zaman prosesin spesifik enerji tələbi 0,55 kWt·t/saata-dan 0,29 kWt·t/saata qədər azalır. Mərkəzi fırlanma maşınının istehsal gücü, maye fraksiyasının rütubətinə əhəmiyyətli təsir göstərmir; araşdırılan rejimlərdə o, 96,2%-dən 98,8%-ə qədər dəyişir.

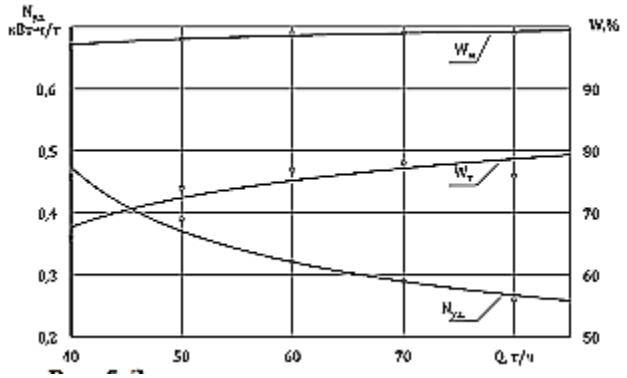
Tədqiqatlar göstərib ki, sabit fraksiyasının rütubəti 72,6% olduqda, dezinfeksiya üçün tələb olunan temperaturun içərisindəki yığınlarda 5-ci gündə əldə edilməsi mümkün olur. Sabit fraksiyasının rütubəti 84,3%-ə qədər artırıldıqda, tələb olunan temperaturun əldə olunma dövrü 11 günə qədər uzanır. Lakin qeyd etmək lazımdır ki, yığınların formalaşdırılması tələblərinə (hündürlük, en, vaxt və s.) riayət edildikdə, biotermik dezinfeksiya prosesi (anorganik maddələrin parçalanması) ilin bütün dövrlərində sabit şəkildə həyata keçirilir, əgər sabit fraksiyasının rütubəti 84,3%-dən çox deyilsə.

Eksperimental məlumatların analizinə görə, süzgəc divarının deşiklərinin diametrinin və ilkin donuz gübrəsinin rütubətinin mərkəzi fırlanma maşınının istehsal gücünə təsirini müəyyən etmək məqsədilə, Şəkil 4-də göstərilən nəticələrə əsasən, süzgəc divarının deşiklərinin diametri 0,5 mm-dən 1,5 mm-ə qədər artırıldıqca istehsal gücü 30-50 t/saata qədər artır.Bununla yanaşı, iri buynuzlu mal-qara gübrəsinin fraksiyalara ayrılması kimi, mərkəzi fırlanma maşınının istehsal gücünə tədqiq olunan aralıqda ən böyük təsiri süzgəc divarının deşiklərinin diametri göstərir, ilkin gübrənin rütubəti isə daha az təsir edir. İlkin gübrənin rütubətinin maksimal dəyişməsi istehsal gücünün 9-dan 30 t/saata qədər artmasına səbəb olur.



Şəkil 4. Filtr arakəsmə dəliklərinin diametrinin sentrifuqanın işinə təsir. iDdonuz peyininin fraksiyalara ayrılması:
1Uçıxış.=95.5%; 2- Uçıxış.=96%; 3- Uçıxış.=98%; 4 - Uçıxış.=99%

Gübrənin qurudulmuş maddə üzrə tələb olunan ayrılma effektivliyi (ən azı 50%) süzgəc divarının deşiklərinin diametri 1,0 mm-dən böyük olmamaqla təmin edilir. İlkin gübrənin rütubəti 1Uçıxış.=95.5%; olduqda, deşiklərin diametri 1,5 mm-ə qədər olan divar istifadə edilə bilər.Bütün tədqiq olunan donuz gübrəsinin fraksiyalara ayrılması rejimlərində sabit fraksiyasının rütubəti orqanik maddənin biotermik parçalanma prosesinin etibarlı təmin olunması tələblərinə cavab verir (Şəkil 5). Mərkəzi fırlanma maşınının istehsal gücü 40 t/saata 100 t/saata qədər artdıqca, donuz gübrəsinin fraksiyalara ayrılması prosesinin spesifik enerji tələbi 0,48-dən 0,25 kWt·t/saata qədər azalır.



Şəkil 5. Xüsusi enerji sərfiyyatının bərk və maye fraksiyaların rütubətindən asılılığı. Ayırma zamanı sentrifuqa performansı donuz peyin fraksiyasında (Uçıxış = 98%, c= 1,0 mm)

Yerinə yetirilən tədqiqatların nəticələri, maye gübrənin və axıntıların fraksiyalara ayrılması üçün texnologiyaların və texniki sistemlərin layihələndirilməsi zamanı lazım olan bir sıra empirik asılılıqların müəyyən edilməsinə imkan vermişdir. Süzgəc divarının deşiklərinin müxtəlif diametrləri zamanı gübrənin fraksiyalara ayrılması üçün quraşdırmanın qəbul edilən istehsal gücü aşağıdakı asılılıqlara əsasən hesablanabilir:

- iri buynuzlu mal-qara gübrəsi: U1 = 94,3%.

$$A_1 = -7.9699c^2 + 42.1300c + 5.55250 \quad (5)$$

$$U_2=95.5\ \%$$

$$A_2 = -10.4788c^2 + 53.149c + 2.06400 \quad (6)$$

$$U_3=96.4\ \%$$

$$A_3 = -16.9216c^2 + 72.4317c + 6.11812 \quad (7)$$

$$U_4=98{,}2\ \%$$

$$A_4 = -16.6650c^2 + 73.4720c + 3.46611 \quad (8)$$

$$U_5=98.7\ \%$$

$$A_5 = -25.0665c^2 + 97.2713c + 14.4401 \quad (9)$$

- İri buynuzlu mal-qara gübrəsi (Uçıxış= 96%) – maye fraksiyasının bir növbədə ayrılması.

$$U_j = 98.4339 + 0.00666675A; \quad (17)$$

Gübrənin maye və sabit fraksiyalarının rütubəti və fraksiyaların ayrılması prosesinin spesifik enerji tələbi istehsal gücünə bağlı olaraq aşağıdakı asılılıqlara əsasən müəyyən edilə bilər:

$$U_\tau = 0.000333351A^3 - 0.07142495A^2 + 5.0890A - 39.5578 \quad (15)$$

$$D_{ud} = 0.000171435A^2 - 0.0269719A + 1.35294 \quad (16)$$

Eksperimental yolla müəyyən edilib ki, gübrənin maye fraksiyasının cərəyanlı qat qurğularında emal prosesinin səmərəliliyi böyük ölçüdə aparatın iş bölgəsinə yüklənmiş ferromaqnit hissəciklərinin kütləsindən, onların geometrik ölçülərindən və diametri ilə uzunluğunun nisbətindən asılıdır. Gübrənin maye fraksiyasının ən yüksək emal istehsalı 22,0 t/saata, ferromaqnit hissəciklərinin diametri 1,6 mm, uzunluq və diametr nisbəti 16, yüklənmiş ferromaqnit hissəciklərinin kütləsi isə 350 g olduqda əldə edilir.Beləliklə, təklif olunan asılılıqlara əsasən, hər bir heyvandarlıq müəssisəsi üçün yaranan maye gübrənin miqdarı müəyyən edilir. Gübrənin ayrılması səmərəliliyi tələblərinə riayət edildikdə...

NƏTİCƏLƏR

1.Fraksiyalar üçün zəruri tələblər – altı günlük çıxışa üç ayrı anbar [4]. Cərəyanlı qat qurğularının istehsal gücünü bilmək ilə, gündəlik maye gübrə miqdarını emal etmək baxımından onların tələb olunan sayını hesablamaq mümkündür. Fraksiyaların qurudulmuş maddə üzrə ayrılma səmərəliliyi ən azı 50% və əldə olunan sabit fraksiyanın rütubəti 80%-dən çox olmamalıdır. Qurudulmuş maddə üzrə fraksiyalar və əldə olunan sabit fraksiyanın rütubəti müəyyən edilir.

2.Verilən konstruktiv cütlüklər üzrə mərkəzin məhsuldarlığı və filtrin keçid divarının icazə verilən dəlik diametri müəyyən edilir. Daha sonra, bir iş növbəsində işləyən mərkəzin günlük gübrə həcminin emalı üçün tələb olunan mərkəzlərin sayı, başlanğıc gübrəsinin ayrılması üçün nasosların sayı və əmələ gələn bərk və maye fraksiyalarının həcmi müəyyən edilir. Texnoloji layihələndirmə normalarına uyğun olaraq, bərk və maye fraksiyalarının karantinə alınması üçün anbarların tutumu hesablanır. Hər bir mərkəzin təklif olunan metrlərində ayrılma prosesinin səmərəlilik tələblərinə və bərk fraksiyanın rütubətinə çatmaq mümkün olacaq, bu isə filtrin keçid divarının dəlik diametrini və başlanğıc gübrə üzrə məhsuldarlığı dəyişdirməklə təmin edilə bilər.

3.Təcrübə yolu ilə müəyyən edilmiş gübrənin fraksiyalara ayrılması prosesinin məhsuldarlığı və maye fraksiyasının disperqasiya (homogenləşmə) olunması üzrə asılılıqlardan istifadə edərək, bir iş növbəsində işləmə şərtində günlük gübrə həcminin emalı üçün onların tələb olunan sayını müəyyən etmək mümkündür.

4.Bərk və maye fraksiyalarının yaranan həcmləri üzrə qanunauyğunluqlar, onların karantinə alınması üçün anbarların tutumunu mövcud layihələndirmə normalarına uyğun olaraq müəyyən etməyə imkan verir.

İstinadlar

1. Стратегия развития механизации и автоматизации животноводства на период до 2030 г. М., 2015. 149 с.
2. Gridnev p.i., Gridneva t.t. osnovnie napravleniya sovershenstvovaniya tekhnologii i tekhnicheskih sredstv dlya uborki navoza iz pomeshchenij i podgotovki ego k ispol'zovaniyu // tekhnika i oborudovanie dlya tela. 2012. № 3(177). s. 20-25.
3. Технологические требования к новым техническим средствам в животноводстве. М., 2010. 108 с.
4. Иванов Ю.А., Гриднев П.И. Направления развития фундаментальных исследований по проблемам механизации производства продукции животноводства // Вестник ВИЭСХ. 2017. № 4(29). С. 56-62.

5. Методические рекомендации по проектированию систем удаления, обработки, обеззараживания, хранения и утилизации навоза и помета: РД-АПК 3.10.15.01 -17. М., 2017. 153 с.
6. Гриднев П.И., Гриднева Т.Т. Основные направления совершенствования технологий и технических средств для уборки навоза из помещений и подготовки его к использованию // Техника и оборудование для тела. 2012. № 3(177). С. 20-25.
7. Киров Ю.А. Повышение эффективности рабочего процесса сгущения навозных стоков в гидроциклоне // Техника и оборудование для села. 2012. № 3. С. 25-28.
8. Киров Ю.А. Обоснование конструктивных и режимных параметров флотационной установки для разделения на фракции и очистки навозных стоков // Техника и оборудование для тела. 2012. № 2. С. 17-20. 8. Гриднев П.И., Гриднева Т.Т. Экологическая оценка технологий откорма свиней // Вестник РСХН. 2015. № 6. С. 33-37.
9. Лукьяненко И.И. Центробежное фильтрование свиного навоза // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1975. № 1. С. 19-21.
10. Ковалев Н.Г., Гриднев П.И., Гриднева Т.Т. Научное обеспечение развития экологически безопасных систем утилизации навоза // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 1(50). С. 62-69.
11. Соколов В.И. Современные и промышленные центрифуги. М.:
Машиностроение, 1967. 523 с. 12. Соколов В.И. Центрифугирование. М., 1976. 408 с.
12. Strategiya razvitiya mekhanizacii i avtomatizacii zhivotnovodstva na period do 2030 g. M., 2015. 149 s.
13. Tekhnologicheskie trebovaniya k novym tekhnicheskim sredstvam v zhivotnovodstve. M., 2010. 108 s.
14. Ivanov YU.A., Gridnev P.I. Napravleniya razvitiya fundamental'nyh issledovanij po problemam mekhanizacii proizvodstva produkcii zhivotnovodstva // Vestnik VIESKH. 2017. № 4(29). S. 56-62.
15. Abbasov V.M., Əmirli F.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Z.V., Quliyeva N.R. Qida kimyası. Dərslik. Bakı: Elm, 2023, 260 s.

Линии подготовки жидкого навоза, разделённого на механические фракции

Шюкрийя Майылова[1], Гюльнара Абдуллаева[2], Тейфа Шарифова[3]

[1],[2],[3]Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности,Азербайджан, Баку
[1]Магистр кафедры «Химия и технология неорганических веществ»
[2]Кандидат химических наук,доцент,https://orcid.org/0000-0002-6544-3940,
gulnare-abdullayeva@rambler.ru
[3]Лаборант кафедры «Химия и технология неорганических веществ»
https://orcid.org/0000-0001-6689-3102, hteyfa@gmail.com

РЕЗЮМЕ

В животноводческих хозяйствах, использующих гидравлические системы удаления навоза, образуется навоз с влажностью более 96%. Наиболее распространённым методом утилизации такого навоза является его предварительное разделение на фракции, после чего твёрдая фракция используется в качестве компоста, а жидкая — в системах орошения.

Экспериментально установлено влияние исходной влажности навоза, диаметра отверстий фильтрующего блока и производительности установки на эффективность процесса разделения по сухому веществу и на влажность образующейся твёрдой фракции. Выявлено, что при разделении навоза крупного рогатого скота уменьшение диаметра отверстий фильтрующего блока с 2 мм до 0,75 мм обеспечивает наивысшую эффективность разделения по сухому веществу — до 57%.При разделении навоза свиней с влажностью 94–98,8% увеличение диаметра отверстий фильтрационного блока с 0,5 мм до 1,5 мм способствует повышению производительности до 30–50 т/ч, а максимальное изменение начальной влажности навоза позволяет увеличить производительность с 9 до 30 т/ч. Также определена допустимая производительность вихревых слоевых аппаратов для гомогенизации жидкой фракции навоза.Установленные закономерности позволяют рассчитать для каждого конкретного животноводческого хозяйства следующие параметры: суточный выход жидкого навоза, объём твёрдых и жидких фракций, ёмкости хранилищ для карантинирования фракций, необходимое количество насосов для транспортировки исходного навоза и жидкой фракции, центрифужные установки для разделения навоза на фракции, а также вихревые аппараты для гомогенизации жидкой фракции.
Ключевые слова: *жидкий навоз, твёрдая фракция, жидкая фракция, центрифужная установка, карантинное хранилище, транспортное устройство, насос, хранилище навоза*.

PREPARATION LINES FOR LIQUID MANURE, DIVIDED INTO MECHANICAL FRACTIONS

Shukriyya Mayilova[1], Gulnara Abdullayev [2], Teifa Sharifova[3]
[1,2,3] Azerbaijan, Baku, Azerbaijan state oil and Industry Institute
[1] Master of the Department" technology of Chemistry and inorganic substances"
[2] d.p.c.s., associate professor, https://orcid.org/0000-0002-6544-3940
gulnare-abdullayeva@rambler.ru
[3] laboratory assistant of the Department " technology of Chemistry and inorganic substances"
https://orcid.org/0000-0001-6689-3102 hteyfa@gmail.com

ABSTRACT

In livestock farms with hydraulic fertilizer treatment systems, fertilizer with a humidity of more than 96% is formed. The most common method of disposal of such fertilizers is to first separate it into fractions, after which the use of a solid fraction as compost and a liquid fraction in an irrigation system is carried out. Experimentally, the humidity of the starting fertilizer, the hole diameter of the filtration unit and the influence of the productivity of the unit on the efficiency of the separation process according to dry matter and the humidity of the resulting solid fraction were determined. It was found that during the separation of bovine manure into fractions, the reduction of the hole diameter of the filtration unit from 2 mm to 0.75 mm provides the most efficient separation for dry matter. The value of this indicator reaches 57%.

When separating bovine manure into fractions, increasing the hole diameter of the filtration compartment of pig manure with a humidity of 94-98.8% from 0.5 mm to 1.5 mm contributes to an increase in productivity up to 30-50 t/h,while the maximum change in the humidity of the starter fertilizer leads to an increase in productivity from 9 to 30 The permissible productivity of vortex layer devices for homogenization of the liquid fraction of fertilizer has been determined. The revealed patterns make it possible to determine the daily output of liquid fertilizer for each

specific livestock farm, the volume of solid and liquid fractions, the capacity of warehouses for quarantining solid and liquid fractions, the following: the required number of pumps for transporting primary fertilizer and liquid fraction; Central Rotary installations for separating fertilizer into fractions; vortex layer installations for homogenization

In livestock enterprises with hydraulic manure harvesting systems, manure with a moisture content of more than 96% is formed. The most common method of disposing of such manure is its use as a solid fraction in the form of compost and liquid in the irrigation system, having previously divided it into fractions. Experimentally, the influence of the initial manure moisture content, the diameter of the holes of the filter compartment and the productivity of the installation on the efficiency of the dry matter separation process and the moisture content of the resulting solid fraction was determined. It has been established that when dividing cattle into manure fractions, the most effective separation with dry matter is ensured when the diameter of the filter compartment is reduced from 2 mm to 0.75 mm. The value of the specified coefficient reaches 57%. When dividing into pig manure fractions with a moisture content of 94-98.8%, an increase in the diameter of the filter compartment from 0.5 mm to 1.5 mm contributes to an increase in productivity by 30-50 t/h, the maximum change in the initial manure moisture content - from 9 to 30 t/h in productivity..

The established regularities make it possible to determine the daily yield of liquid fertilizer for each specific livestock enterprise, the volume of solid and liquid fractions, the capacity of warehouses for quarantine of solid and liquid fractions, the required amount: pumps for transporting primary manure and liquid fraction; centrifuges for separating fertilizer into fractions; vortex layer apparatus for homogenizing liquid fraction.

Keywords: liquid fertilizer, solid fraction, liquid fraction, central rotation unit, quarantine tank, transport unit, pump, fertilizer tank.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1279

QUŞ ƏTININ KEYFIYYƏTININ YAXŞILAŞDIRILMASI ÜÇÜN TEXNOLOJI ÜSULLARIN ARAŞDIRILMASI VƏ KEYFIYYƏT GÖSTƏRICILƏRININ QIYMƏTLƏNDIRILMƏSI

Sənubər Quliyeva[1], Ləman Heydərova[2]

[1,2] Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti

[1,2] "İqtisadi və texnoloji elmlər" kafedrası

[1] Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru,https://orcid.org/0000-0002-2733-1462, sanubar_guliyeva@unec.edu.az

[2] Magistr, lemannheydarova@gmail.com

Xülasə

Respublikamızda quş istehsalı sənayesinin inkişafı hər zaman aktual məsələ olmuşdur. Hər il minlərlə ton quş əti və yumurta olan quşçuluq fabrikləri tikilir. Bununla yanaşı damazlıq, əmtəəlik və brolyer fabriklərinin istifadəyə verilməsi üçün dövlət büdcəsindən yüksək məbləğdə vəsait ayrılmışdır. Azərbaycanda bir neçə iri quşçuluq müəssisələri vardır ki, ət və yumurta istehsalı ilə ölkəmizi dünya bazarında təmsil edir. Müasir texnologiyaların inkişafı, avtomatlaşdırılmış və nanotexnoloji avadanlıqlardan istifadə vasitəsi ilə keyfiyyətli istehsalın həcmi artmış və məhsulun keyfiyyəti də yaxşılaşmışdır. Quş sənayesinin istehsalı təsərrüfatın inkişaf etdirilməsi, əhalinin quşçuluq məhsullarına olan tələbatını ödəmək üçün təmin edilir.Quşçuluq sənayesi həm iqtisadi, həm sosial baxımdan inkişaf etdirilməlidir. Yerli istehsalın gücləndirilməsi, enerji təhlükəsizliyinin təmin edilməsi, məşğulluğun yüksəldilməsi ilə bağlı addımlar atılır. Bununla yanaşı, ixracat vasitəsilə Rusiyaya, Türkiyəyə, Gürcüstana quş əti, yumurta və s. ixrac olunur.

Açar sözlər: *quşçuluq,keyfiyyət,inkubasiya, qidalanma*

Giriş

Ölkəmizdə son illərdə quş əti istehsalı mal və qoyun əti istehsalı sahələrini geridə qoyaraq irəliləməyə davam edir. Quşçuluğun inkişafındakı müsbət yeniliklər quşçuluq məhsullarının yetişdirilməsi, saxlanması və emalı sənaye texnologiyasının inkişafı ilə də bağlıdır. Bütün dünyada müasir intensiv quş əti istehsalının artması səbəbindən bu sahədə emala və istehsala təsir göstərən amillərin çatışmazlıq və mürəkkəbliyi bazarda yüksək keyfiyyətli quş əti istehsalını çətinləşdirmişdir. Dünya əhalisi tərəfindən qida məhsulları haqqında məlumatlılığın artması, iqtisadi inkişaf və istehlakçıların sağlamlığı bu kimi məhsulların daha da yenilikçi şəkildə istehsalına zəmin yaratmışdır. Quşçuluğun inkişafı ölkəmizdə quş əti istehsalının artmasına, bazarda ət məhsullarının tam təchiz olunmasına, yerli məhsulların keyfiyyət və istehlak xüsusiyyətlərinin yaxşılaşdırılmasına, yetişdirilmə və emalı üzrə müəssisələrin səmərəliliyinin artmasında vacib rol oynayır.[1] Quş ətinin keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması və itkinin azaldılması ilə bağlı mühüm tədqiqatlar aparılmışdır. Bu tədqiqatlara genetik seçimin optimallaşdırılması, yemin səmərəliliyinin artırılması, qida təhlükəsizliyi, heyvanların rifahı və ekoloji dayanıqlılıq, seleksiya, çatdırlma və daşınma şərtləri kimi amillər aid edilir. Bununla yanaşı, quş ətinin istehlakçı tərəfindən mənimsənilməsi zamanı onun orqanoleptik göstəriciləri də əsas rol oynayır. Habelə ətin rəngi, teksturası, ləzzəti, qoxusu vacib amillərdəndir. Hal hazırda yerli və xarici quş

əti istehsal edən müəssisələr üstünlük təşkil etdiyinə görə brolyer toyuqlardan alınan ətin keyfiyyəti və təhlükəsizlik təsirləri haqqında geniş araşdırmalar apaılır. Bununla yanaşı quş ətinin istehsalı zamanı itkinin azaldılması və keyfiyyətini saxlaması probelmləri də öz aktuallığını qoruyur.[2] Quş ətinin böyüdülməsi, təhvil verilməsi və emalı prosesləri zamanı ət itkisinin azaldılması və keyfiyyətin saxlanılmasının bəzi zərurətləri mövcuddur. Bunlara quşların böyüdülməsi zamanı yalnız kəmiyyət xüsusiyyətlərini və iqtisadi aspektləri deyil, həmçinin keyfiyyət göstəricilərini, istehlakçı tələbatını, qidalanma üçün elmi tövsiyyələri, sonrakı emal zamanı xammal kimi saxlanma və yemlənmə üçün istifadə olunan texnoloji avadanlıqların seçilməsi, avadanlıqların təkmilləşdirilib tam təchiz olunması aiddir. Quşçuluq sənayesində emal zamanı müəyyən mərhələlər mövcuddur ki, həmin əməliyyatlar texnoloji vasitələr ilə ətin kəmiyyət və keyfiyyətinin saxlanılmasını tam təmin etməsə də, onların mənfi təsirini azaltmaqla təkmilləşdirilməsinə dəstək olur. [2]

2.Quş ətinin keyfyyətinə təsir edən amillər və qiymətləndirmə indeksləri

Quş ətinin və onunla əlaqəli məhsulların keyfiyyətinə təsir edən amillər müxtəlifdir. Əsasən həmin amillər iki qrupa bölünür:quşçuluq və emal zamanı. Quşçuluq zamanı təsir edən amillərə genetik faktorlar, qidalanma faktorları və ətraf mühit faktorları aid edilir. Genetik faktorlara quşun yaşı, cinsi, növü, qidalanma faktorlarına mineral maddələr,vitaminlər, enerji dəyəri, zülal, probiotiklər, prebiotiklər, ətraf mühit amillərinə isə qidalanma zamanı idarəetmə mühiti, kəsim, daşıma anbarı, emal prosesləri aiddir.[3]

Toyuq əti tərkibində yüksək protein və az yağ birləşdirdiyi üçün istehlakçılar tərəfindən daha çox seçim edilən qida məhsuludur. Hər bir qida məhsulunun yüksək keyfiyyətli olması həm istehsalçı, həm də istehlakçı üçün əhəmiyyətili rol oynayır. Quşçuluq məhsulları alan zaman onların keyfiyyətin qiymətləndirilməsində istifadə olunan amillərə ətin rəngi, incəliyi, ləzzəti, ph dəyəri, su tutma qabilliyəti, zülalın ikinci struktur analizi, su nəqliyatı aiddir.

Ətin rəngi- ətin rəngi həm təzəlik baxımından, həm də istehlakçı tərəfindən alınması cəhətdən əsas xüsusiyyətdir. Araşdırmalara görə istehlakçlar daha çox parlaq albalı qırmızısı və ya çəhrayı rəngində olan ətlərə üstünlük verirlər. Rəngin dəyişməsi, qaralması isə ətin xarab olduğu və ya daha aşağı keyfiyyətli olduğu fikrini əks etdirir. Ətin tərkibində mioqlobin, hemoqlobin və sitoxrom C olması piqment yaradan əsas maddələdir

Ətin incəliyi- yumşaqlıq ətin istehlakçı məmnunluğunu artırır. Əzələ zülalları ilə bağlı ola su buraya təsir edərək əzələ lifləri arasında boşluğu doldurur və ətdə daha möhkəm tekstura yaradır. Quşların kəsilməsi zamanı baş verən fiziki-kimyəvi dəyişikliklər ətin yumşaqlığına təsir göstərir.

Ətin ləzzəti-istehlakçılar müxtəlif ət məhsulları yeyərkən onların dadı və qoxusunu seçərkən çətinlik çəksə də, bişirmə zamanı şəkər və aminturşuları, lipid və termik oksidləşmə tiaminin deqradasiyası nəticəsində toyuq ətində müxtəlif dadlar yaranmağa başlayır.

Ətin su tutma qabiliyyəti- bu xüsusiyyət birbaşa ətin incəliyinə və rənginə təsir edir. Əzələlərdəki suyun təxminə 88%-95%-i hüceyrənin daxilində aktin və miyozin arasında qalan hissəsi isə miyoliflər də yerləşir.

Ətin ph dəyəri-ph dəyəri su tutma qabiliyyəti, incəlik, şirəlik, rəng və saxlama müddəti kimi keyfiyyət göstəricilərinə də təsir göstərir. Ph dəyərinin azalması əzələ liflərində miyozin və aktinin denaturasiya qabiliyyətinə təsir göstərir ki, bu da ətin hidrofilik funksiyasının azaldır. Quşçuluq və emal zamanı ph göstəricisi ətin keyfiyyətini qorumaq üçün vacib amil hesab olunur.

Ətin su nəqliyyatı-əzələdəki su müxtəlif strukturlarda miofibrillərin arasında, daxilində, miofibrillər və hüceyrə arasında, miositlər və əzələ dəstələri arasında saxlanıla bilər.

Zülalın ikinci struktur analizi- dörd strukturlu bu quruluş bükülmə və ya dövrə oxları

boyunca hidrogen bağı vasitəsi ilə peptid onurğası əmələ gətirən konformasiya quruluşdur. İkisi nizamlı və sabit, sonuncu isə nizamsız formadadır. Zülalın formasına xaricdən təsir olduğu halda zülalın quruluşu dəyişmiş olacaq və bu təsirin nəticəsində zülalın funksional rolu da dəyişəcək.[3]

3.Qidalanmanın quş ətinin keyfiyyətinə təsiri

Quş ətinin keyfiyyətinə qidalanmanın da müxtəlif aspektləri olan inkubasiya şəraiti, böyümə dövrü, istilik təzyiqi, antibiotiklərin həddən artıq istifadəsi, genetik faktorlar, yüksək sıxlıqda saxlama əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Hər bir aspektin özünəməxsus təsir zonası və təsir formaları mövcuddur.

İnkubasiya şəraiti- quş ətinin əzələsi insanlar üçün əsas zülal mənbəyi olduğuna görə daha çox seçim edilən məhsuldur. Quşlarda miofiberlər erkən dövr olan embriogenoz dövründə yarandığına görə miofiberlərin ümumi sayını demək olar ki, yumurtadan çıxmazdan əvvəl müəyyən olunur. Quşların həyat periodunda yumurtadan çıxma mərhələsi əsas rol oynayır. Belə ki, embriogenoz başlanğıc dövründən doğulması və ya gənc quş olduğu dövrləri əhatə edir. Embrional mərhələdə əzələnin inkişafı və böyüməsi quş yumurtadan çıxdıqdan sonra ətin keyfiyyəti və məhsuldarlığı üçün çox vacibdir. İnkubasiya zamanı əzələ lifinin inkişafı əzələ liflərinin sayını və diametrini artırır. Son dövrlərdə təkmilləşmiş inkubasiya vəziyyəti quşların embrion inkişafına və əzələ böyüməsinə təsiri böyük maraq yaratmışdır. Rütubət, oksigen konsentrasiyası, temperatur, işıq və ventilyasiya da inkubasiya şəraiti ilə əmələ gələn quşçuluq məhsullarında miofibrillərin forması, sayı və strukturuna əhəmiyyətli şəkildə təsir göstərir. Bu göstərilən təsirlər quşlar yumurtadan çıxdıqdan sonra ətin keyfiyyətinə və əzələnin böyüməsinə uzunmüddətli təsir edir.[9]

Cədvəl 1. Dəyişmiş inkubasiya şəraitinin əzələ böyüməsinə və inkişafına təsiri

İnkubasiya vəziyyəti	Xüsusi dəyişikliklər	Əzələ dəyişiklikləri
Temperatur və oksigen səviyyəsində	Embrion 11-20 gün aşağı oksigen və yuxarı temperaturda	əzələ lezyonlara səbəb olur
Temperaturun keçici dəyişməsi	Embrion 10-cu gündən 38.8 temperatura yerləşdirildi	Əzələ inkişafına təsir edən gen transkripsiyasında dəyişiklik
Monoxromatik stimullaşdırma	Stimulyasiya üçün monoxromatik yaşıl işıq	Əzələ mübadiləsinə və inkişafına təsir
Embriondaxili qidalanma üsulları	İn-ovo texnikası ilə inkbasiyanın son mərhələsində bioaktivlərin toyuq embrionlarına çatdırılması	Əzələ böyüməsi
İnkubasiyada davamlı istilik stressi	Embrionun 11-20-ci günündə temperatur 1 C artdı.	Əzələ böyüməsi ilə gen ifadəsinin dəyişməsi
Davamlı temperatur dəyişikliyi	Embrionun 10-14-cü günündə hipertermi müalicəsi üçün 38.8 c məruz qalma	Bədən çəkisi, plazma parametrləri və ətin keyfiyyətinə təsir
Temperaturun keçici dəyişməsi	Embrionun 7-10 və 10-13 günlərində hipertermi malicəsi	Gen transkripsiyasına və əzələ inkişafına təsir edir
İnkubasiyada davamlı istilik stressi	Embrionun 10-27 ci günündə temperatur 1 C artdı	Endoplazmatik retikulum stresi aktivləşdirilir
Dişi toyuğun immunizasiyası	0.5 mq miyostatinin dişi toyuğa inyeksiyası	Gənc balalarda böyüməni və bədən çəkisini azaldır
Probiotiklərlə yumurta əlavəsi	Yumurtalara mütəlif probiotiklərin səpilməsi	əzələlərin inkişafını və böyüməsini təşviq edir
Gliserin inyeksiyası	17-18-ci gündə yumurtaya qliserin inyeksiyası	Qaraciyər və əzələ metabolizminə təsir edir
Artan inkubasiya temperaturu	Bütün inkubasiya dövrü ərzində temperaturu 1 C artırmaq	Ferment aktivliyinə və gen dəyişikliklərinə təsir edir.

Yüksək sıxlıqda saxlama - quşların qəbul və böyüməsini artırır ki, bu da onlar arasında rəqabətin artmasına səbəb olur. Yüksək sıxlıqda saxlama quşlar arasında qarşılıqlı xəsarətlərə səbəb olur. Bu da öz növbəsində ətin keyfiyyətinə və quşların fizioloji sağlamlığına təsir edən sınıqlar, istilik stressi, ayaq xəstəlikləri, cızıqlar və müxtəlif cür xəstəliklərə yol açа bilər. Yüksək sıxlığda saxlamaya məruz qalmış ətin əzələləri bişirilmə zamanı məhv olur, ph səviyyəsini azalır, laktat və dehidrogenaz fəaliyyətini artırır bu da ətin keyfiyyətinin aşağı düşməsi ilə nəticələnir. Quş ətinin antioksidant qabiliyyətinin təsirlənməsi ilə lipidlərin peroksidləşməsi artır və ətin oksidləşdirici qabiliyyətinin azalır. Qarın və bud əzələlərində yağ tərkibinin əhəmiyyətli dərəcədə azalması akkermansiaceae, feklibakterium və laktobasillər kimi mikrobların bolluğu ilə də əlaqəlidir. Yüksək sıxlıqda saxlamanın yaratdığı problemlərə qarşı müdafiə üçün quşların qida məhsullarına nikotinamid, natrium butirat və kumarin kimi qida əlavələri qatılır və ətin antioksidant keyfiyyəti artır. Aşağı sıxlıqda saxlamada olan ev quşları isə geniş yaşayış sahəsi ilə təmin olunması onların inkişafına müsbət təsir etsə də, qidalanma xərclərini artırır. Aşağı sıxlıqda 9-11 quş/m^2 olan zaman ətin keyfiyyəti və böyüməsi artır. İqtisadi və bioloji cəhətdən fayda əldə etmək üçün quşların növünə, böyümə şəraitinə və damazlıq mühitinə uyğun şəkildə saxlanma sıxlığı rasional tənzimlənir.

Böyümə dövrü- ətin keyfiyyətinin böyümə sürətindən asılı olması ilə bağlı araşdırmalar aparılır. Yavaş böyüyən quş əti ilə tez böyüyən quş əti arasında əzələ liflərində əhəmiyyətli fərqlər ortaya çıxmışdır. Yavaş böyüyən quş ətlərində əzələ lifinin daha qalın olması, ətin sərt olmasına səbəb olur. Bunda əlavə, yavaş böyüyən quş ətlərində döş ətinə nisbətən ayaq ətlərində oksidləşmiş liflərin faizi çox olur. Bu oksidləşmiş liflər ətin əzələdaxili yağ tərkibini və qızartısını artırır.Yağ faizi nisbətən çox olan quş ətlərində isə α-linolenik turşusu və linoleik turşusu kimi bioloji aktiv maddələrlə zəngindir ki, bu maddələr yavaş böyüyən quş məhsullarında ətin şirəliyi və zərifliyi üçün vacib elementdir. Sürətli böyüyən quş ətlərində ətin metabolik tərkibi aminturşular və onların törəmələri ilə zənginləmiş olurlar. Böyümə dövrü qısa zaman olduğu üçün ətin yumşaq olmasına səbəb olsa da, əzələ lifi sıxlığı, qalınlığı, ləzzət və şirəliyinin intensivliyi aşağı olur.[10]

Antibiotiklərin həddən artıq istifadəsi- müasir quşçuluq sənayesində antibiotiklərdən istifadə aktual mövzudur. Antibiotiklər quşların böyüməsinə və ümumi sağlamlıq funksiyasında uzun müddətli böyümə stimullaşdırıcısı kimi istifadə olunur. Quşçuluq yemlərində antibiotiklərin istifadəsi insan sağlamlığına təsir etdiyi risklərlə yanaşı, son dövrlərdə artan antibiotik müqaviməti və dərman preparatlarının istifadəsi böyük narahatlıqlar yaratmışdır. Antibiotiklərin həddən artıq istifadəsi zamanı onların qalıqları quş ətləri kəsildikdən sonra ətdə qalmağa davam edir. Bu maddə qalıqları ətin keyfiyyəti, qida dəyəri kimi xüsusiyyətlərin mənfi cəhətdən təsir etməsinə səbəb olur. Broyler toyuq istehsal edən müəssisələrdə istifadə olunan dərman preparatları insan sağlamlığı üçün ciddi təhlükə yaradır. Araşdırmalara əsasən antibiotikin istifadəsi həmçinin quş ətinin rəngini, ph səviyyəsini, nəm saxlama qabiliyyətini və həssaslığını da dəyişə bilir. Bundan əlavə, antibiotiklərin istifadəsi quş ətində oksidləşdirici təzyiqi artırdığına görə lipidlər həddindən artıq oksidləşir və quş əzələlərində zülallar deqradasiya olunaraq zəifləyir. Quşçuluq məhsullarında istifadə olunan antibiotiklərə sulfanamidlər, sulfapiridin, sulfadiazin, sulfametazin, β-laktamlar, ampisilin, penisilin, amoksisillin aiddir.[7, 12]

İstilik təzyiqi- quşçuluq istehsalında ətraf mühitin temperaturu həlledici amillərdəndir. Xüsusi olaraq tropik bölgə və isti ölkələrdə ətrafın mühitdə olan yüksək temperatur quş ətinin keyfiyyətinə zərər verir, performansının azalmasına səbəb olur. İstilikdən yaranan təzyiq quşların böyümə sürətini, yem səmərəliliyi azaltmaqla yanaşı bağırsaq mikoflorasının dəyişir, immun

reaksiyasının zəiflədir və ətin keyfiyyətini pisləşdirir. Bununla yanaşı tədqiqatlar zamanı müəyyən olunmuşdur ki, istilik təzyiqi quşların əzələ sistemində qlikogen ehtiyatlarını azaldaraq yüksək ph və su tutma ilə qaranlıq, quru və möhkəm əldə edilmişdir. Tədqiqatçılar və istehlakçılar istilik təzyiqi problemlərinin həll yollarını, onların quşların sağlamlığına və məhsuldarlığına təsirlərini azaltmaq üçün müxtəlif strategiyalar araşdırırlar. Məsələn ətraf mühitə nəzarət tədbirlərinin keçirilməsi, yem formullarını təkmilləşdirmək, antioksidant və qida əlavələrini əlavə etmək, quşçuluğun idarə edilməsi kimi planlar hazırlanır.

Genetik faktorlar- quşların genotipi ətin keyfiyyət xüsusiyyətlərinə böyük ölçüdə təsir göstərir. Hər bir fərqli quşçuluq cinslərində əzələ liflərində, yağların yığılması və ətin orqanoleptiki keyfiyyətlərində fərqlər müşahidə olunur ki, buna da genetik faktorlar nəzarət edir. Əzələ liflərinin növləri ətin teksturasına və bişirmə xüsusiyyətlərinə, yağ tərkibi və əzələlərdə paylanması isə birbaşa ətin zərifliyi və dadına təsir edir.

4.Yemin keyfiyyətinin quş ətinin keyfiyyətinə təsiri

Yemin tərkibində olan mikotoksinlər, ağır metallar, yem əlavələri və kimyəvi çirklənmə quş ətinin keyfiyyətinə təsir edən əsas amillərdəndir.

Ağır metallar- zəhərli və sıx metal elementi qrupudur. Bu metalların ətraf mühitdə artan konsentrasiyası qida zənciri vasitəsilə quşların yemlərinə daxil olur və sağlamlığa, ətin keyfiyyətinə mühüm təsir göstərir. Müvafiq olaraq ağır metallara dioksinlər, Zn,Cu, Cd, Pb,As, Cr kimi maddələr aiddir. Qurğuşun və kadmium kimi ağır metallara məruz qalan quşçuluq məhsullarında anormal əzələ toxuması həmçinin ətin sərtləşməsi və elastikliyin artması halları baş verir. Bununla yanaşı ağır metallar əzələnin rənginə, dad və toxumasına da təsiri mövcuddur. Quşçuluq istehsalında istifadə olunan ağır metallar böyümə və immunitet sisteminə mənfi təsir göstərərək xəstəliklərin artmasına, immunitet müqavimətinin azalmasına və böyümənin məhdudlaşmasına səbəb olur. Bu proseslər quş ətinin keyfiyyətinə təsir etməklə yanaşı, yemin həzm edilməsi və udulmasına, metabolik proseslərə və qida maddələrinin istifadəsi ilə bağlı ağır metallarla əlaqəlidir.

Yem əlavələri - yem emalı və istehsalına əlavə olunan maddələrin istifadəsinə və izlənməsinə aiddir. Quşların qidalanmasında yem əlavələri mühüm rola vacibdir, belə ki, quşların böyümə performasına və ətin keyfiyyət xüsusiyyətlərinə təsir edir. Yem əlavələrinə amin turşuları, balıq unu, vitaminlər, mikroelementlər və s. daxildir. Yüksək keyfiyyətli zülal və digər qida maddələri ilə zəngin olduğu üçün yem əlavələrində dəniz məhsullarından geniş istifadə olunur. Balıq unu bütöv balıq və balıq məhsulları əlavə edilmiş susuzlaşdırılmış, preslənmiş, qurudulmuş və üyüdülmüş qəhvəyi tozdur. Lakin dəniz məhsullarından istifadə zamanı onların istifadə dozasına diqqət etmək lazımdır. Məsələn həddindən artıq balıq yağının quş yemlərində istifadə edilməsi ətin və yaxud yumurtanın orqanoleptik göstəricilərini pisləşdirə bilər. Dəniz yosunları yüksək səviyyədə mikro və makroelementlərlə zəngin olduğuna görə toyuq ətini omeqa-3 yağ turşuları ilə tam təmin edir, məhsuldarlığı və böyüməni artırır. Pəhriz quş ətlərində soya unu, qarğıdalı, sorqo və mineral duzlar qismən əvəz edilə bilən birləşmələrdir.

Kimyəvi çirklənmə- Quşçuluq sənayesində kimyəvi çirklənmə ictimai aktual problem olaraq qalır. Bu çirklənmələr həmçinin quş ətinin keyfiyyətinə və qida təhlükəsizliyinə də təsir göstərməklə potensial təhlükə yaradır. Ən geniş yayılmış çirkləndirici nümunələrə istifadə müddəti bitmiş olan böyümə stimulyatorları, yem məhsulları, baytarlıq məhsulları və pestisidlər aiddir. Quşlar qidalanma zamanı ətraf mühitdən gələn çirkləndiricilərlə yanaşı, dioksinlər, poliklorlu bifenillər, heksabromosiklodekanlar və mikroplastiklərin də təsirinə məruz qalırlar.

Mikotoksinlər- müxtəlif qəliblər tərəfindən istehsal olunan ikinci metabolit qrupudur. İlk

növbədə onlara kənd təsərrüfatı məhsullarında, heyvan yemlərində təsadüf olunur. Mikotoksinlərə nümunə olaraq oxratoksin, zearalenon, deoksinivalenol və alfatoksin kimi maddələri aid etmək olar. Tərkibində mikotoksin olan yemlər quşların ətinin rəngi tündləşdirir, ph səviyyəsi yüksəldir, polidoymamış yağ turşularının isə su tutma qabiliyyəti azalır. Quşlar mikotoksinlə çirklənmiş yemi qəbul etdikdə həmin toksinlər quşun ətinə, yumurtasına keçərək quşçuluq məhsullarının keyfiyyət və təhlükəsizliyinə böyük təsir edir.[5]

Cədvəl 2. Müxtəlif mikotoksinlərin quş ətinin keyfiyyətinə təsiri

	Mikotoksinlərin növləri	Dozalar	Vəzifə	Ətin keyfiyyətinin dəyişməsi
1	T- 2 toksini	4ppm	Döş əti	Aşağı karkas məhsuldarlığı və döş məhsuldarlığı
2	Bumonisin B1	20ppm	Döş əti	Aşağı karkas məhsuldarlığı və döş məhsuldarlığı
3	Alfatoksin B1	1mq/kq	Döş və bud əti	Damcı itkisi və kəsilmə artımı
4	Okratoksin A	172mq/kq	Döş və bud əti	Ph və ətin su tutma qabiliyyəti azaladı
5	Deoksinilvalenol	200mq/kq	Döş və bud əti	Ph və ətin su tutma qabiliyyəti azaladı
6	Mikotoksin qarışıqları	Naməlum	Döş və bud əti	Xam yağ tərkibini və ətin rəng dəyərləri azaldı
7	Alfatoksin B1	0.5 ppm	Döş əti	Cəmdək məhsuldarlığı azaldı
8	Alfatoksin B1	Naməlum	Döş əti	Bişirmə itkisi artdı

5.Quş ətinin keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması üsulları

Tədqiqatçılar ətin keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması və risk faktorlarına cavab verən amillərə qarşı keyfiyyəti artırmaq üçün effektiv yollar araşdıraraq probiotiklər, prebiyotiklər və fitokekstratları quş əti üçün lazımi funksiyaları yerinə yetirəcəyi qənaətinə gəlmişlər.

Probiotiklər- tək başına və yaxud heç bir əlavə təsiri olmayan, təhlükəsiz əlavələrlə birlikdə istifadəsi mümkün olan maddələrdir. Quşların bağırsaq mikrobiotasını və istehlakçı sağlamlığını qorumağa kömək edən mikroorqanizmlər sistemidir. Probiotiklərin quşların qida rasionuna əlavə edilməsi onların çəki artımına və yemə çevrilmə sürətinə müsbət təsiri yemin qida səmərəliliyini və istehsal səmərəliliyini artırdı. Rhodopseudomonas palustris, bacillus subtilis və bacillus licheniformis kimi probiotik maddələrlə qidalanan quşçuluq məhsullarında çəki artımı və yemə çevrilmə nisbəti kəskin şəkildə artdı. Bunların əksinə bacillus cereus və kumarin ilə qidalanan toyuqlarda böyümə sürəti artsa da, canlı bədən kütləsinə nisbətən yem istehlakı azaldı. Probiotik maddələrdən olan brevibacillus laterosporus quşçuluq məhsullarında əzələnin ph səviyyəsinə, ətin rənginə və nəm saxlama qabiliyyətinə təsir göstərir ki, bu da ətin dadı və teksturasına müsbət nəticələndirir. Laktobasillus farcimins və laktobasillus rhamnosus qəbul edən quşlarda isə döş ətində çoxlu doymamış yağ turşularının (omeqa-3, omeqa-6) səviyyəsi artmış, doymuş yağ turşuları isə azalmışdır. Probiotiklərin əlavə edilməsi ətin oksidləşdirici zədələnməsini azaltmış, antioksidant qabiliyyətini yaxşılaşdıraraq raf ömrünü daha uzun və stabil qalmasına kömək edir. Quşçuluq məhsullarının tərkibi probiotiklər vasitəsi ilə daha da zənginləşməklə yanaşı zərərli mikroorqanizmlərin böyümə və inkişafına da maneə oldu. Onlar zərərli bakteriyaların inkişafının qarşısını alaraq antimikrob maddələrinin rəqabətini aradan qaldırır, ifraz mexanizmləri vasitəsilə bağırsaq sağlamlığını və ətin keyfiyyətini qoruyur.[8]

Prebiyotiklər- lif, polifenollar, çoxlu sayda doymamış yağ turşuları və birləşmiş linoleik turşuları ilə əhatə olunan mikroblar üçün sağlamlığı təşviq edən maddələrdir. Müxtəlif sayda

bakteriya növünün böyümə aktivliyini stimulə etməklə sağlamlığa müsbət təsir edən və həzm olunmayan qida maddələridir. Prebiyotiklər patogen və ya zərərli bakteriyalardan çox həzm sisteminə faydalı ola bilən bakteriyaların böyüməsini təmin edir. Onlar bağırsaq traktında həzm olunmasa da, bağırsaqda faydalı mikroorqanizmlər tərəfindən fermentəşdirilir və bağırsaq üçün faydalı olan propion, sirkə və butirik kimi qısa zəncirli yağ turşularını yaradır. Bağırsaqlarda mikrobiotanın dəyişməsinə qalakto-oliqosaxaridlər, ksilo-oliqosaxaridlər, alistipes, bakteroidlər, fekalibakterium kimi maddələr aiddir. Onlar daha çox kor bağırsaqda fəaliyyət göstərərək dadlandırıcı maddələlərlə əlaqəli olan metabolitlərin həmçinin səkkiz amin (lizofosfatidilkolin) və dörd amin turşusunun tərkibini dəyişərək lipaz və α-amilazanın səviyyəsini artırdılar, beləliklə ətdə ətirli maddələrin miqdarı da artdı. Təhlükəsiz və təbii yem əlavəsi kimi prebiyotiklər quşların böyümə performasını, ət keyfiyyətini və immun funksiyasına müsbət təsir etdiyi sübut edilmişdir.

Bitki ekstratları- son zamanlarda quşçuluq istehsalında ətin keyfiyyətinə və böyümə göstəricilərini artırmaq üçün təbii və sağlam yem əlavələri araşdırılır. Bitkilərdən və onların ekstratlarından alınan maddələr təbii, qeyri toksik və xüsusi bioaktivliyi ilə diqqət çəkmiş və quş ətinin keyfiyyət göstəricilərinin artırılmasında potensial əhəmiyyətli məhsul kimi nümunə olmuşdur. Quş yemi üçün fitoekstrat kimi əsas xammal qarğıdalı və soya unudur. Bu bitkilərin sadə əzilməsi və fermentasiya yolu ilə gündəlik yem rasionuna əlavə edilməsi quş ətinin keyfiyyətini yaxşılaşdırır. Bununla yanaşı, fermentasiya edilmiş tut yarpağının tozu, nar qabığının tozu, kəklikotu yağı və yonca kimi bitkilərin əlavə olunması ətin keyfiyyət göstəriciləri cəhətdən müsbət təsir edir. Bitkilərdən alınan ekstratlar xüsusi bioloji aktivliyə malik qarışıqların alınması ultrasəs ekstraksiyası, həlledici ekstraksiya, mikrodalğalı ekstraksiya və ferment ekstraksiyası yolu ilə hazırlanır.

Ümumiyyətlə, bitki ekstraktları quşçuluq istehsalında geniş istifadə edilməklə quş ətinin keyfiyyət göstəricilərini müxtəlif yollarla artırılmasına kömək edir. Praktiki tətbiq zamanı bitki ekstratlarını quşlara təsirini müəyyən etmək üçün dozaları seçmək, rasional nisbətləri də təyin etmək lazımdır.

6.Qida məhsullarında probiotik məhsulların təsiri

Pəhriz zamanı istifadə olunan probiotiklərin və digər faydalı maddələrin orqanizmə daxil olması bağırsaq mikrobitoasının tərkibini yaxşılaşdırır, həmçinin kəsim məhsuldarlığını artırır, bununlada quş əti məhsullarının keyfiyyəti yüksəlməyə başlayır. Bu maddələrin effektiv dozada tətbiq olunması quşların mədə bağırsaq sistemindəki mikrob tarazlığının təkmillədirməsinə səbəb olur ki, nəticədə quşçuluq məhsullarında həzm yaxşılaşır, ümumi rifah artır, zərərli bakteriya və patogenlərdən müdafiə olunur. Quş ətinin yağ tərkibinin azaldılması üçün isə probiotiklərdən istifadə, bitki ekstraktlarının və onun birləşmələrinin istifadəsi ilə mümkündür. Bu maddələrdən istifadə olunması təkcə quşçuluq məhsullarında sağlamlıq pozğunluqlarının minimuma endirməyə kömək etmir, həmçinin məhsulun ümumi qida dəyərini də artırır. Probiotiklər, prebiotiklər və fitoekstratlardan istifadə olunması antibiotiklərin əhəmiyyətli dərəcədə azalması ilə yanaşı quş ətlərinin keyfiyyətini artır, yağ profilini yaxşılaşdır, xarab olmanın qarşısını alır, saxlama müddətini uzadır və quş ətinin sağlamlıq üçün faydalı olan əlavələrin daxil edilməsinə açır. Probiotiklər, prebiotiklər və fitoekstratlar funksional və antibiotiksiz ət məhsulu hesab olunduğu üçün əhali tərəfindən daha çox ictimai tələbatı ödəyən qida məhsulu kimi seçilir. Quş ətinin tərkibində bu dəyişiliklər ənənəvi istehsal olunan quş əti ilə müqayisədə daha az yağ tərkibli olduğundan sağlam həyat tərzinə uyğun qidalanan istehlakçılar üçün (şəkərli diabet, piylənmə,ürək- damar xəstəlikləri, qaraciyər piylənməsi) kimi bir çox xəstəliklərin yayılmasının azaldaraq əhalinin sağlamlığına dəstək ola bilər.[8, 13, 14]

Nəticə

Bu məqalədə quşçuluq sahəsində quş ətinin keyfiyyət xüsusiyyətlərini, qidalanma zamanı yemin tərkibində olan maddələrin, qidalanma rasionunun quş ətinin keyfiyyətinə göstərdiyi təsirlər, bu təsirlərin qarşısının alınması tədbirləri öz əksini tapmışdır. Ətin keyfiyyətinin müəyyən edilməsində vacib olan faktorların müəyyən edilməsi, araşdırılması, üstün və çatışmazlıqların tapılması və s. əsas rol oynayır. Bununla yanaşı, quş istehsalı zamanı keyfiyyətin daha da artması və orjinallığını qoruması üçün müvafiq təkmilləşdirmə tədbirləri barəsində bəhs olunmuşdur. Probiotik, prebiyotik maddələrin və fitoekstratların quş yeminə daxil edilməsi yetişdirmə, sağlamlıq və qidalı ət məhsullarının yaranmasında əhəmiyyətli təsir göstərir. Probiotiklərin quşların bağırsaq florasında effektiv müsbət təsirləri, antibiotiklərdən istifadənin azalmasına yönəlmiş təsiri, həmçinin ətin keyfiyyət və qidalılıq dərəcəsinin artması və yaxşılaşması üçün görülən tədbirlər genişdir. Bu təkmilləşdirmə strategiyası ət məhsulunun keyfiyyət göstəricilərini bərpa etməklə yanaşı, istehlakçıların da məhsul seçiminə və sağlamlıq rifahına müsbət təsir edir. Probiotiklər, prebiotiklər və fitoekstratların müxtəlif tətbiq edilmə yönlərinin araşdırılması, onların həzm sisteminin sağlamlığının formalaşmasında əhəmiyyəti, qida maddələrinin udulması zamanı rolu, böyümənin səmərəliyinin artırılmasında vacibliyi haqqında məlumat verildi.

Ədəbiyyat

1. Əliyeva,S - Quşçuluq məhsulların texnologiyası 2020
2. Həsənov,T - Qida məhsullarının keyfiyyəti və təhlükəsizliyi-2020
3. Barbut,S. Leishman,M - Quality and processability of modern 2022
4. Baeza, E,Guillier L,Petracci M-Production factors affecting poultry carcass and meat quality 2022
5. Dervilly,P.-Micropollutants and chemical residues in organic and conventional meat 2017
6. Mohammad,F,A və LNSAMHS,Y- Poultry processing and quality control 2020
7. Panea,B. Ripoll,G- Quality and safety of meat products 2020
8. Tavaniello,S Mairano,G Stadnicka,K Mucci,R Bednarczyk,M- Prebiotics offered to broiler chicken exert positive effect on meat quality traits irrespective of delivery route 2018
9. Wang,Y,H- The role of incubation conditions in regulating muscle development and meat quality in birds 2022
10. Weng,K- Fiber properties and meat quality of different muscle tissues of slow and fast growing broiler 2022
11. Wang,L- Effect of stocking density of performance, meat quality and cecal bacterial communities of yellow feather broilers 2022
12. Abbasov V.M., Əmirli F.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Z.V., Quliyeva N.R. Qida kimyası. Dərslik. Bakı: Elm, 2023, 260 s.
13. Amirli F.A., Aghamaliyev Z. Z., Abdullayeva I.G., Pashayeva Z.N.&Aghamaliyeva D.B. The role of nutrition in ensuring healthy living. Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2(148), 2024., 629-638.
14. Ağamalıyev Z.Z., Abdullayeva İ.Q. Müasir insanın qida pəhrizi və çatışmamazlıqlar. International Conference dedicated to the 60th anniversary of the establishment of the Department of Technology of organic substances and high-molecular compounds. “Modern problems of macromolecular compound technology”. 25-26 Aprel 2024, p.151.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА МЯСА ПТИЦЫ И ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА

Санубар Гулиева[1], Ляман Гейдерова[2]

[1,2] Азербайджанский государственный экономический университет

[1,2] Кафедра «Экономических и технологических наук»

[1]Доктор философии биологических наукам,https://orcid.org/0000-0002-2733-1462, senuber_guliyeva@unec.edu.az

[2] Магистрант, lemannheydarova@gmail.com

Резюме

Развитие птицеводческой отрасли в нашей республике всегда было актуальным вопросом. Ежегодно строятся птицефабрики, производящие тысячи тонн мяса птицы и яиц. Кроме того, из государственного бюджета выделены большие средства на ввод в эксплуатацию племенных, товарных и бройлерных заводов. В Азербайджане действует несколько крупных птицеводческих хозяйств, которые представляют нашу страну на мировом рынке своей мясной и яичной продукцией. За счет развития современных технологий, использования автоматизированного и нанотехнологического оборудования увеличились объемы производства качественной продукции, а также улучшилось качество продукции. Продукция птицеводческой отрасли направлена на развитие экономики и удовлетворение спроса населения на продукцию птицеводства. Птицеводческую отрасль необходимо развивать как с экономической, так и с социальной точки зрения. Принимаются меры по укреплению местного производства, обеспечению энергетической безопасности и повышению занятости. Кроме того, в Россию, Турцию и Грузию экспортируется мясо птицы, яйца и т. д. экспортируется.

Ключевые слова: *птица, качество, инкубация, питание*

RESEARCH OF TECHNOLOGİCAL METHODS FOR İMPROVİNG THE QUALİTY OF POULTRY MEAT AND EVALUATİON OF QUALİTY İNDİCATORS

Sanubar Guliyeva[1],Leman Heyderova[2]

[1,2] Azerbaijan State University of Economics (UNEC)

[1,2] “Economics and Technological Sciences” department

[1] Associate Professor,PhD in Biology,https://orcid.org/0000-0002-2733-1462, sanubar_guliyeva@unec.edu.az

[2] Master student, lemannheydarova@gmail.com

Abstract

The development of the poultry industry in our republic has always been a pressing issue. Poultry factories with thousands of tons of poultry meat and eggs are built every year. At the same time, a large amount of funds have been allocated from the state budget for the commissioning of breeding, commercial and broiler factories. There are several large poultry enterprises in Azerbaijan that represent our country in the world market with the production of meat and eggs. The development of modern technologies, the use of automated and nanotechnological equipment have increased the volume of quality production and improved the quality of the product. The production of the poultry industry is provided to develop the economy and meet the population's demand for poultry products. The poultry industry must be developed both economically and socially. Steps are being taken to strengthen local production, ensure energy security, and increase employment. In addition, poultry meat, eggs, etc. are exported to Russia, Turkey, Georgia through exports.

Keywords: *poultry, quality, incubation, nutrition*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1288

SUSTAINABLE ECONOMY AND A HEALTHY FUTURE: THE LINK BETWEEN ECOLOGY AND FOOD PRODUCTION

Turkan Sheydai[1], Nurana Abbasova[2]

[1,2] Azerbaijan State Oil and Industrial University, Baku, Azerbaijan
[1,2] Department of Management
[1]Assistant of Management Department, Master of Economic Sciences, http://orcid.org/0000-0002-2106-788, turkan90sheydai@gmail.com
[2] Assistant of Management Department, Phd of Economic Sciences, http://orcid.org/0000000163790853 , nurane_abdullaeva_98@mail.ru

ABSTRACT

This article examines the environmental and economic aspects of sustainable food production. In today's world, environmental pollution and depletion of natural resources negatively affect agricultural productivity, posing significant threats to food security and the economy. The article highlights the importance of sustainable food production, in particular organic and agroecological methods, as a solution to these problems. These approaches contribute not only to environmental conservation but also to economic development and social well-being. Sustainable food production benefits local farmers, supports the global market, and has a positive impact on human health and health systems. It should be noted that promoting sustainable food production is crucial to maintaining ecological balance and ensuring economic growth, providing a long-term solution to the global food and environmental crises.

Keywords: sustainable food production, economic development, organic agriculture, agroecology, healthy food, environmental protection..

INTRODUCTION

In the modern world, environmental challenges such as climate change, land degradation, and resource depletion are becoming increasingly critical. These issues directly affect food production and economic stability, raising concerns about food security and sustainable development. The excessive use of chemical fertilizers, pesticides, and unsustainable agricultural practices not only harm ecosystems but also reduce long-term agricultural productivity and food quality.

Sustainable food production plays a crucial role in addressing these challenges by promoting environmentally friendly farming practices and responsible resource management. It not only ensures a stable food supply, but also contributes to economic growth by supporting local farmers, creating jobs, and reducing dependence on imported food products. In addition, sustainable food choices improve public health by minimizing exposure to harmful chemicals and providing higher nutritional value.

This article explores the complex relationship between environmental sustainability, food production, and economic development. It explores how adopting sustainable agricultural practices can reduce environmental degradation while promoting economic sustainability. By understanding this connection, policymakers, businesses, and consumers can work together to build a healthier and more sustainable future.

Objective, Background and Related Research

The main objective of this study is to analyze the relationship between environmental sustainability, food production and economic development. By examining the impact of unsustainable agricultural practices on natural resources, food security and economic stability, this study aims to highlight the benefits of sustainable food production. The study also aims to provide information on how environmentally friendly agricultural practices can contribute to economic growth, improve public health and ensure long-term food security.

Background

The issue of sustainable food production is highly relevant in the context of global environmental and economic challenges. Growing demand for food, coupled with climate change, soil degradation and water scarcity, threatens the ability to produce sufficient and healthy food for a growing population. Traditional chemical-based agricultural practices contribute to pollution, loss of biodiversity and greenhouse gas emissions, further exacerbating environmental problems. In addition, unsustainable food production impacts the economy by increasing production costs, reducing soil fertility, and leading to higher food prices. As countries strive to achieve economic sustainability, a shift to sustainable agriculture is essential to ensure long-term food security and economic stability. This study addresses these pressing issues, highlighting the need for resilient food systems that balance environmental conservation with economic prosperity.

Related Research

Numerous studies have examined the impact of sustainable agriculture on environmental conservation and economic development. Research by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) highlights the importance of sustainable food systems for mitigating climate change and conserving natural resources. Research has also shown that organic farming practices can improve soil fertility, reduce pollution, and increase biodiversity.

From an economic perspective, research has shown that sustainable agriculture can create new jobs, reduce dependence on imported food, and strengthen local economies. Reports from the World Bank and the United Nations Development Programme (UNDP) highlight that investments in sustainable agricultural technologies lead to long-term economic benefits. This study builds on these findings by examining how sustainable food production can simultaneously support environmental goals and economic growth.

Methodology

Application of Planning Algorithms.

This study uses a structured methodological approach to analyze the relationship between sustainable food production, environmental protection and economic development. The study is based on data collection, planning algorithm analysis and visualization techniques including tables and graphs.

1. Research Approach.The study uses a mixed methods approach combining quantitative and qualitative analysis. The main data sources include reports of international organizations (FAO, World Bank, UNDP), academic research and case studies on sustainable food production.

2. Planning Algorithms in Sustainable Food Systems Planning algorithms are used to optimize resource allocation, forecast food demand and assess the economic and environmental

impacts of sustainable agricultural practices. These algorithms help make decisions on efficient land use, water management and waste reduction.

3. Data Collection and Analysis Primary Data: Surveys and interviews with agricultural experts, policymakers and farmers.

Secondary Data: Government and environmental agency statistics.

Application of the algorithm: Predictive modeling for the analysis of sustainability indicators. (table1 and figure1).

Table 1: Comparison of Agricultural Models

Factor	Conventional Agriculture	Sustainable Agriculture
Environmental Impact	High pollution, soil degradation	Low pollution, soil conservation
Resource Efficiency	Overuse of water & chemicals	Efficient use of natural resources
Economic Stability	Short-term gains, long-term losses	Long-term economic benefits
Health Impact	Exposure to harmful chemicals	Organic, healthier food products
Climate Resilience	High carbon footprint	Lower greenhouse gas emissions

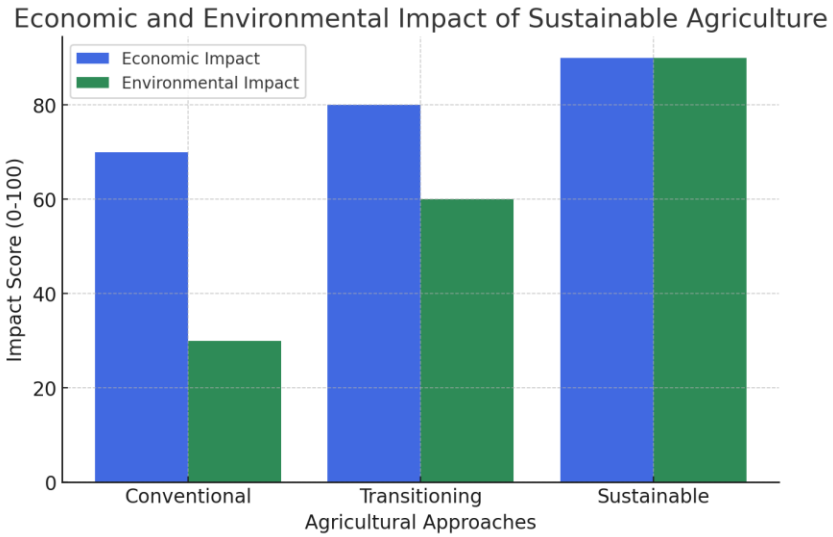


Figure 1. Economic and Environmental Impacts of Sustainable Agriculture

Economic and Environmental Impacts of Sustainable Agriculture which visualizes the relationship between different agricultural approaches and their impacts on both the economy and the environment.

Graph Concept:

X-Axis: Agricultural approaches (conventional agriculture, transitional agriculture, sustainable agriculture)

Y-Axis: Impact score (combination of economic growth and environmental sustainability)

Data presentation:

Conventional agriculture: initially high economic growth but serious environmental

damage.

Transitional agriculture: moderate economic and environmental benefits.

Sustainable agriculture: high economic growth in the long term with reliable environmental protection.

Results

Analysis of sustainable food production demonstrates significant advantages both economically and ecologically. Results emphasize that the transition from traditional to sustainable agriculture leads to:

1. Improvement of environmental sustainability — Sustainable agriculture reduces soil degradation, minimizes water pollution and reduces greenhouse gas emissions. Relying on organic fertilizers and effective resource management, it contributes to the long-term ecological balance.

2. Economic benefits — While traditional agriculture can provide short-term economic benefits, sustainable agriculture provides long-term profitability. It supports the local economy, creating opportunities for employment, reducing dependence on imported food products and ensuring stable food prices.

3. Improvement of food security — Sustainable methods of agricultural management increase soil fertility and resistance to climate change, ensuring a stable food supply. This is especially important in regions facing ecological and economic problems.

4. Benefits for public health — Reduction of chemical pesticides and synthetic fertilizers in sustainable agriculture leads to healthier food options. This, in turn, reduces the risk of health problems associated with harmful chemicals, reducing healthcare costs.

Interpretation of graphics

The results of the comparative analysis, presented in the graph, indicate that:

- Traditional agriculture gives priority to short-term economic benefits, but has serious ecological consequences.

- Transitional agriculture is a balanced approach with moderate improvements both in economic and ecological aspects.

- Sustainable agriculture achieves the greatest effect from the point of view of both economic growth and environmental protection, which makes it the most viable long-term solution.

Conclusion

The study confirms that integrating sustainability into the food production system is important for economic growth, food safety and environmental protection. Governments, businesses and consumers must work together to promote sustainable agricultural practices, ensuring a healthier and more sustainable future. Healthy food choices and an environmentally conscious approach support environmental and economic sustainability at both the individual and global level. By choosing natural and local products, people can both protect their health and maintain the ecological balance of the planet. In addition, environmentally friendly food production has a positive impact on economic development. Therefore, sustainable food production, environmental awareness and economic sustainability should be part of everyone’s daily life.

References

1. Altieri, M. A. (2018). Agroecology: The science of sustainable agriculture (2nd ed.). CRC Press.
2. FAO. (2021). The state of food security and nutrition in the world 2021: Transforming food systems for food security, improved nutrition and affordable healthy diets for all. Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://www.fao.org/publications
3. Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S. M., & Toulmin, C. (2010). Food security: The challenge of feeding 9 billion people. Science, 327(5967), 812–818. https://doi.org/10.1126/science.1185383
4. IPCC. (2022). Climate change and land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems.Intergovernmental Panel on Climate Change.
5. Pretty, J. (2008). Agricultural sustainability: Concepts, principles and evidence. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 363(1491), 447–465. https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2163
6. Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E. F., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., Nykvist, B., de Wit, C. A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U., ... Foley, J. A. (2009). A safe operating space for humanity. Nature, 461(7263), 472–475. https://doi.org/10.1038/461472a
7. Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R., & Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. Nature, 418(6898), 671–677. https://doi.org/10.1038/nature01014
8. UNDP. (2022). Sustainable food systems: Ensuring food security in a changing world. United Nations Development Programme. https://www.undp.org/publications
9. Amirli F.A., Aghamaliyev Z. Z., Abdullayeva I.G., Pashayeva Z.N.&Aghamaliyeva D.B. The role of nutrition in ensuring healthy living. Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2(148), 2024., 629-638.
10. Abbasov V.M., Əmirli F.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Z.V., Quliyeva N.R. Qida kimyası. Dərslik. Bakı: Elm, 2023, 260 s.
11. Abbasov V.M., Qurbanov S.H., Əskərov V.E., Yusibov Y.Ə., Hacıyeva S.R., Əzizov R.E., Qasımov E.E., Əmirli F.Ə., Məmmədxanova S.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Ü.V., Məmmədli E.M. Qlobal ekoloji problemlər: səbəblər, həlli yolları, "yaşıl" enerji. Bakı: "Elm", 2024, - 606 s.

DAYANIQLI İQTISADIYYAT VƏ SAĞLAM GƏLƏCƏK: EKOLOGIYA VƏ QIDA İSTEHSALININ ƏLAQƏSİ

Türkan Şeydayi[1], Nurana Abbasova[2]
[1,2] Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan
[1,2] Menecment kafedrası
[1]Menecment kafedrasının assistenti, iqtisad elmləri magistri, http://orcid.org/0000-0002-2106-788 , turkan90sheydai@gmail.com
[2] Menecment kafedrasının assistenti, doktorantı, http://orcid.org/0000-0001-6379-0853 , nurane_abdullaeva_98@mail.ru

XÜLASƏ
Bu məqalədə davamlı qida istehsalının ekoloji və iqtisadi aspektləri müzakirə olunur. Müasir dünyada ətraf mühitin çirklənməsi və təbii sərvətlərin tükənməsi kənd təsərrüfatının məhsuldarlığına mənfi təsir göstərir, ərzaq təhlükəsizliyinə və iqtisadiyyata mühüm təhlükələr yaradır. Məqalədə bu problemlərin həlli yolları kimi qida məhsullarının davamlı istehsalının, xüsusilə də üzvi və aqroekoloji üsulların vacibliyi vurğulanır.

Bu yanaşmalar təkcə ətraf mühitin qorunmasına deyil, həm də iqtisadi inkişafa və sosial rifaha töhfə verir. Davamlı qida istehsalı yerli fermerlərə fayda verir, qlobal bazarı dəstəkləyir və insan sağlamlığına və səhiyyə sisteminə müsbət təsir göstərir. Qeyd edək ki, qida məhsullarının davamlı istehsalının təşviqi ekoloji tarazlığın qorunması və iqtisadi artımın təmin edilməsi, qlobal ərzaq və ekoloji böhranların uzunmüddətli həllini təmin etmək üçün həlledici əhəmiyyətə malikdir.

Açar sözlər: davamlı qida istehsalı, iqtisadi inkişaf, üzvi kənd təsərrüfatı, aqroekologiya, sağlam qida, ətraf mühitin mühafizəsi.

Устойчивая экономика и здоровое будущее: Связь экологии и производства продуктов питания

Туркан Шейдаи[1], Нурана Аббасова[2]
[1],[2] Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Баку, Азербайджан
[1],[2]Кафедра Менеджмента
[1]Ассистент кафедры Менеджмента, магистр экономических наук,
http://orcid.org/0000¬0002¬2106¬788 , turkan90sheydai@gmail.com
[2] Ассистент кафедры Менеджмента, PhD по экономическим наукам,
http://orcid.org/0000¬0001¬6379¬0853 , nurane_abdullaeva_98@mail.ru

РЕЗЮМЕ
В данной статье рассматриваются экологические и экономические аспекты устойчивого производства продуктов питания. В современном мире загрязнение окружающей среды и истощение природных ресурсов негативно сказываются на сельскохозяйственной продуктивности, создавая серьезные угрозы для продовольственной безопасности и экономики. В статье подчеркивается важность устойчивого производства продуктов питания, в частности органических и агроэкологических методов, как решения этих проблем. Эти подходы способствуют не только охране окружающей среды, но и экономическому развитию и социальному благополучию. Устойчивое производство продуктов питания приносит пользу местным фермерам, поддерживает глобальный рынок и оказывает положительное влияние на здоровье людей и систему здравоохранения. Следует отметить, что продвижение устойчивого производства продуктов питания имеет решающее значение для поддержания экологического баланса и обеспечения экономического роста, предоставляя долгосрочное решение глобального продовольственного и экологического кризиса.

Ключевые слова: устойчивое производство продуктов питания, экономическое развитие, органическое сельское хозяйство, агроэкология, здоровое питание, охрана окружающей среды.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1294

MÜTƏRƏQQİ ÜSULLARLA ÇUQUNUN FOSFORSUZLAŞDIRILMASI VƏ SİLİSİUMSUZLAŞDIRILMASI

Həsənli Ramiz, Yusubov Fəxrəddin

[1,2] Azərbaycan Texniki Universiteti, Bakı, Azərbaycan
[1] http://orcid.org/0009-0008-8384-9996, ramiz.hesenli@aztu.edu.az

XÜLASƏ

Kimya maşınqayırmasında istifadə edilən çuqun hissələrə yüksək tələblər qoyulur. Müxtəlif aqressiv mühitlərdə işləyən belə hissələr lazımi xassələrə malik olmalıdır. Mövcud emal texnologiyaları çuqunda tələb olunan yüksək xassələrin əldə edilməsinə zəmanət vermir. Ona görə də, çuqunun zərərli qarışıq hesab edilən fosfordan saflaşdırılması və silisiumun miqdarının əlverişli həddə qədər azaldılması olduqca aktual və vacib bir məsələdir.

Açar sözlər: *mütərəqqi üsul, kürəvi qrafitli çuqun, injeksion metallurgiya, saflaşdırma, fosforsuzlaşdırma, silisiumsuzlaşdırma.*

GİRİŞ

Mövcud araşdırmalar maye çuquna saflaşdırıcı ovuntuların daxil edilmə üsullarının, yəni injeksion metallurgiyanın imkanlarının yetərincə istifadə edilmədiyini göstərir [1, s.37-44; 12, s.180-186]. Reagentlərin maye çuquna əlverişli verilmə üsullarının tətbiqi onun fosforsuzlaşdırılmasına və silisiumun miqdarının əlverişli həddə qədər azaldılmasına zəmin yarada bilər [2, s.71-77; 10, s.168-181].

Maye çuqunla saflaşdırıcıların kontaktının təşkili texnologiyaları müxtəlifdir [4, s.21-22; 5, s.152-159]. İnjeksion metallurgiyadan istifadə etməklə saflaşdırma üzrə araşdırmaların heç biri çuqunu deyil, digər ərintiləri əhatə edir [6, s.113-115; 11, s.153-159]. Məlumdur ki, çuqun pəstahların tətbiq sahələri əlvan metal ərintiləri və poladlardan hazırlanan pəstahlardan fərqlidir [9, s.58-65]. Sənaye əhəmiyyətli çuqunlarl arasında isə daha perspektivlisi və üstünü kürəvi qrafitli yüksəkmöhkəm çuqunlardır [3, s.27-29; 9, s.33-42].

Kimya maşınqayırmasında tətbiq olunan maşın və mexanizmlər olduqca aqressiv mühitdə işlədiyindən, yəni çox sərt tələblər qoyulduğundan, onların detallarının pəstahları kürəvi qrafitli yüksəkmöhkəm çuqundan hazırlanmalı, mexaniki və istismar xassələrinin daha da artırılması üçün həm əritmədə, həm də fosforsuzlaşdırmada mütərəqqi innovativ texnologiyalar istifadə edilməlidir.

Tədqiqatın metodları. Maye çuqunun saflaşdırılmasında injeksion metallurgiyanın imkanlarının öyrənilməsi mühüm əhəmiyyətə malikdir [7, s.58-65; 8, s.33-34]. Hesab edirik ki, fosforun təmizlənməsi və silisiumun miqdarının lazımi səviyyəyə çatdırılması üçün maye çuqunun sobada və sobadankənar emalının mütərəqqi üsulları işlənməlidir.

Tərəfimizdən maye çuqunun Ca – Al_2O_2 – CaF_2 tərkibli qarışığın üfürülməsi üzrə təcrübələr aparılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, əsasi üzlüklü çalovlarda üfürmənin aparılması saflaşdırmaya əsaslı əsasən daha çox CaO və Na_2CO_3) istifadə imkanları öyrənilmişdir. Laboratoriya və istehsalat şəraitində tərəfimizdən aparılmış tədqiqatlar göstərir ki, injeksion

emalda tamamilə müsbət nəticələr reagentlər kimi Na_2CO_3 , həm də CaO istifadə etdikdə almaq mümkündür [2, s.71-77].

Beləliklə, mütərəqqi metallurji emal üsullarının düzgün seçimi və tətbiqi ilə çuqunun fosforsuzlaşdırılması, həm də silisiumun miqdarının lazımi səviyyəyədək azaldılması yüksəkkeyfiyyətli pəstahlar hazırlanmasında mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Ovuntular üfürməklə maye çuqunun fosforsuzlaşdırılması prosesinin kinetikası. Qeyd edə bilərik ki, bütün innovativ metallurji emal dövründə fosforsuzlaşma sürəti sabitinin yüksək qiymətlərinin saxlanılması üçün, özü də Na_2CO_3-lə üfürdükdə $(CO_3)^{2-}$ ionlarının, CaO-nu istifadə etdikdə isə $(Fe)^{2+}$ ionlarının kütləköçürməsi limitləşdirici reaksiyaların mərhələsidir.

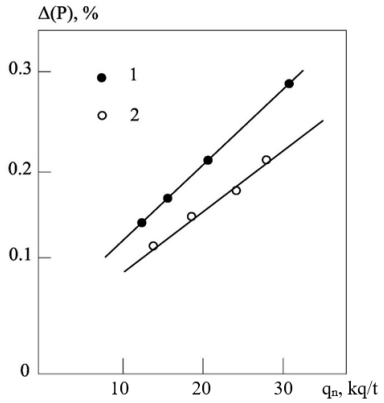
Yəni, reaksiyanın sürətini hər iki halda posa (üfürülən flüsün hissəciyi) – metal fazalararası ayırma səthində oksigenin çatdırılmasını təmin edən komponentlər limitləşdirir. Fosforun konsentrasiyasının azalması ilə getdikcə elə an yaranır ki, reaksiya metalda fosforun kütləköçürməsilə limitləşdirilir.

Laboratoriya şəraitində (metala oksigen axınında oksigen-CaO ovuntusu üfürülür) çuquna daxil edilmiş CaO maye halda emal temperaturlarında olan $CaOFe(Mn)OP_2O_5$ tipli birləşmə və ya $2CaO.SiO_2$ –$3CaO.P_2O_5$ tipli ərintidən ibarət olur. Bu şəraitdə həmçinin $7CaO.2SiO_2.P_2O_5$ və $5CaO.SiO_2.P_2O_5$ tipli fazaların yaranması da mümkündür.

Sonuncu birləşmələr çuqunun emal temperaturlarında bərk vəziyyətdə olur. Maye ərintidə karbonun müəyyən miqdarında sadalanan birləşmələr əsasən oksigen verilən furmanın təsir zonasında formalaşır. Bu zonadan aralandıqca, karbonun oksidləşmə reaksiyası üstünlük təşkil edir.

Müəyyən edilmişdir ki, termodinamiki qiymətləndirməyə uyğun olaraq, CaO hesabına oksigen furmaları ətrafında, ifrat oksidləşmə zonasında fosforun miqdarı 0,001%-dək azaldıla bilər. Fərz etmək olar ki, oksigen axınında CaO ovuntusunun hissəciklərindən kalsium-ferrit xırdadispers hissəcikləri formalaşır. Onlar maye çuqun boyunca qalxaraq, onu fosforsuzlaşdırır.

Müəyyən edilmişdir ki, $3CaO.P_2O_5$ birləşməsinin yaranması əməli olaraq yalnız silisiumun çox kiçik miqdarında mümkündür. Şəkil 1-də çuqunun çalovda Na_2CO_3 ovuntusu, habelə azot şırnağında əhəngin, çöl şpatının və dəmir filizinin qarışığı ilə emalı zamanı alınmış nəticələr verilmişdir.



Şəkil 1. Müxtəlif reagentlərin istifadəsilə çuqunun fosforsuzlaşdırılması (<0,05% Si, çuqunun temperaturu $1200\div1400^0$C):
1 – soda Na_2CO_3; 2 – $50\%(CaO + CaF_2) + 50\%Fe_2O_3$ qarışığı

2

Bu nəticələr soda ilə emalın üstünlüklərini göstərir. Kükürdsüzləşdirmə məqsədilə çuqunun soda ilə emalı çoxdan məlumdur. Fosforsuzlaşdırma məqsədilə çuqunun soda ilə injeksion emal üsülları da daha geniş tətbiq oluna bilər.

Tərəfimizdən aşağıdakı əməliyyatları özündə əks etdirən texnologiya işlənmişdir:

1) manqan və ya dəmir filizi ilə emal etməklə elektrik sobasından buraxılma mərhəsində çuqunun silisiumsuzlaşdırılması;

2) üyüdülmiş posa ovuntusu ilə mikser tipli çalovda üfürməklə çuqunun silisium-suzlaşdırılması;

3) vakuum qurğusunun köməyilə (vakuum metodu) yaranan posanın kənarlaşdırılması;

4) soda ovuntusunun üfürülməsilə mikser tipli çalovda çuqunun fosforsuzlaşdırılması;

5) yaranan posanın VSCvakuum metodu ilə çəkilməsi və onun bərpa qurğusuna nəql etdirilməsi (natriumun utilləşdirilməsi);

6) fosforsuzlaşdırılmış çuqunun induksiya sobasına verilməsi.

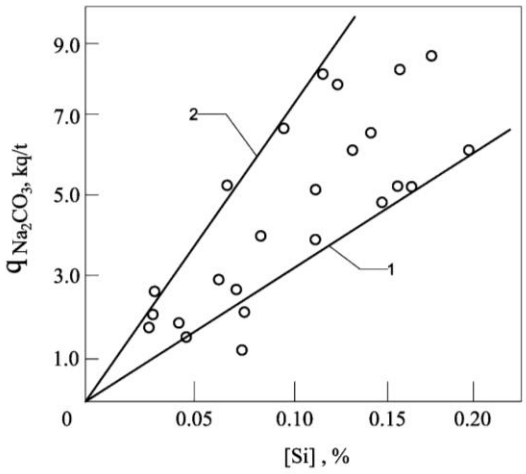
İlkin təqiqatlar göstərir ki, silisiumun oksidləşməsi üstünlük təşkil etdiyindən, tərkibində silisium olan çuqunun soda ilə üfürülməsində fosforun miqdarı az olur. Deməli, soda kükürdsüzləşdirici, həm də silisiumlaşdırıcı qismində çıxış edə bilər (şəkil 2).

Müəyyən olunmuşdur ki, sodanın çuquna verilən birinci payları, hər şeydən əvvəl si-lisiumun oksidləşməsinə sərf olunur. Silisiumun kənarlaşdırılması üçün sodanın sərfi kifayət qədər böyük ola bilər.

Fərz edirik ki, sodanın sərfindən asılı olaraq, silisiumsuzlaşdırma reaksiyaları aşağıdakı şəkildə yazıla bilər:

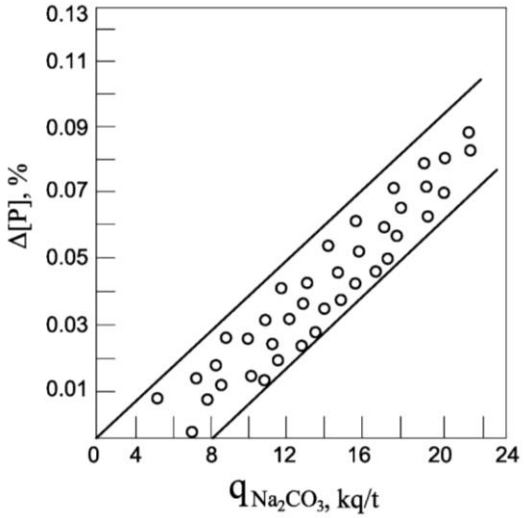
$$[Si]+Na_2CO_3=Na_2O.SiO_2+C; \quad (1)$$

$$[Si]+2Na_2CO_3=2Na_2O.SiO_2+2CO. \quad (2)$$



Şəkil 2. Silisiumun oksidləşmə reaksiyasının getməsi üçün lazım olan sodanın miqdarından fosforsuzlaşdırma emalının başlanğıcınadək çuqunda silisiumun miqdarının asılılığı: 1,2 -yə uyğun olaraq (1) və (2) tənliklərinə görə

İlkin silisiumsuzlaşdırılmış çuqunun injeksion emalı zamanı kənarlaşdırılmış fosforun miqdarı Δ[P] sodanın sərfi artdıqca artır (şəkil 3). Eyni zamanda fosforun miqdarı azaldıqca kükürdün miqdarı da azalır, manqan və vanadiumun miqdarı isə cüzi dəyişir (şəkil 4).



Şəkil 3. Maye ərintiyə üfürülən sodanın sərfindən (q_{Na2CO3}) çuqunda fosforun ΔP miqdarının asılılığı

Metal və posa arasında fosforun paylanma əmsalı $(P_2O_5)/[P]$ əhəmiyyətli dərəcədə $(Na_2O)/(SiO_2)$ nisbətindən asılıdır. Həm də $(Na_2O)/(SiO_2)>3$ qiymətində fosforun paylanma əmsalı $(P_2O_5)/[P]$ >1000-dək yüksəlir.

Fosforsuzlaşdırma reaksiyası istiliyin ayrılması ilə gedir. Şəkil 5-dən görünür ki, fosforun $(P_2O_5)/[P]$ paylanma əmsalının yüksək qiymətlərini almaq üçün çuqunun emalı prosesində temperaturun 1250°C-dən yuxarı olması arzu olunmur.

Soda ilə emalda çuqunda olan fosforun kənarlaşma reaksiyası aşağıdakı şəkildə yazıla bilər:

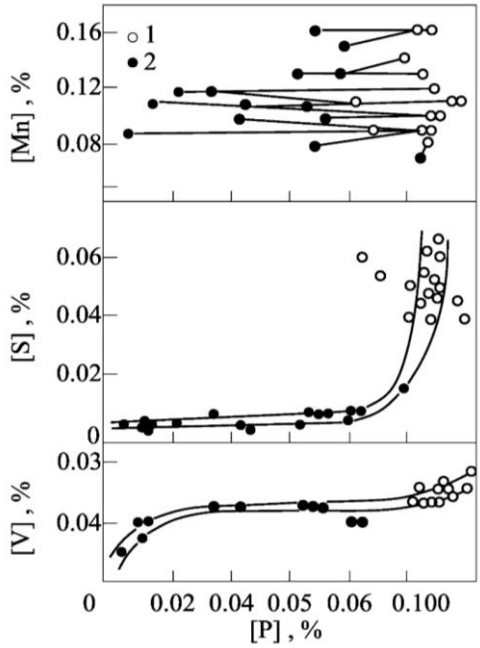
$$\Delta[P]+5Na_2CO_3=5Na_2O.P_2O_5+5C.$$

Bu reaksiyanın getməsi nəticəsində karbonun müəyyən miqdarı posa nümunələrində tapıla bilər. Ölçmələr göstərmişdir ki, kənarlaşdırılmış fosforun miqdarından asılı olmayaraq, karbonun ümumi miqdarı 2,2÷2,5% həddində dəyişir. Oksigen üfür-mədən əritmədə posada karbonun miqdarı >0,5% təşkil edir.

Posada karbonun miqdarına FeO-nun miqdarı əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir. Oksigen verilmədən əritmələrdə FeO-nun posada miqdarı 0,5%-i aşmır, oksigen daxil etdikdə isə onun miqdarı 0,5-0,75%-dək artır. Çuqunun soda ilə üfürülməsində fosforsuzlaşma reaksiyası ilə eyni zamanda karbonun müəyyən miqdarı da oksidləşir.

Oksidləşmə qazşəkilli oksigenin və ya mühitin oksigeninin təsiri altında, habelə soda ilə qarşılıqlı təsir nəticəsində aşağıdakı reaksiyalarla gedə bilər:

$$(Na_2O) + [C] = 2Na_{(q)} + CO;$$
$$(Na_2CO_3) +3[C] = 2Na_{(q)} + 3CO.$$



Şəkil 4. Soda ilə çuqunun email zamanı aşqarların miqdarının fosforun miqdarından asılılığı: 1 – emaladək; 2 – emalın sonunda

Tərəfimizdən çuqunun soda ilə üfürülməsi prosesində buxarlanma və bu prosesi müşayət edən tozəmələgəlmə tədqiq olunmuşdur.

Müəyyən olunmuşdur ki, çuqunun fosforsuzlaşma prosesində ayrılan tozun hissəcikləri aşağıdakı xüsusiyyətlərə malikdir:

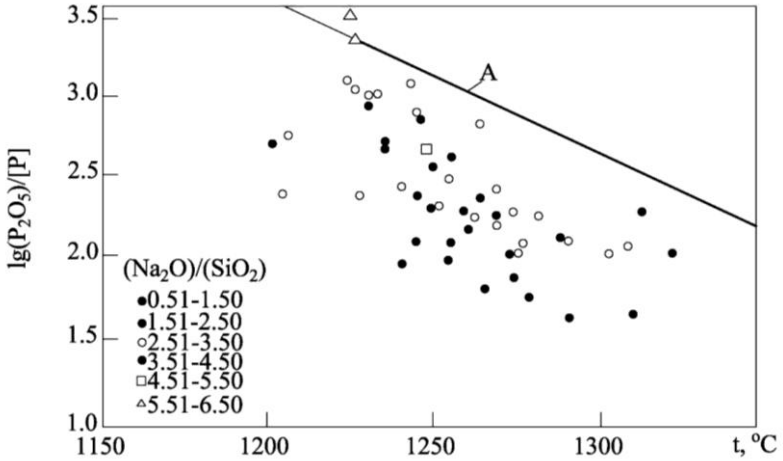
Hissəciklərin ölçüləri, mkm:			
sodanın	<74	74-149	>149
tozun	<6	6-20	20-50
Miqdarı, %:			
sodanın	20-30	30-60	20-35
tozun	35	36	35

Sodanın tərkibi aşağıdakı kimidir, %: Na_2CO_3 – 95-99; C – 1,0-1,1; P_2O_5 – 0,2-0,3; S – 0,1-0,3.

Tozun tərkibi, %: Na_2CO_3 – 82-89; C – 5,3-9,2; P_2O_5 – 0,25-0,40; S – 0,36-0,43; ∑Fe – 4,0-11,6; FeO – 0,26-0,33.

Buxarlanan natrium karbon-oksidi və qaz fazasının oksigenilə aşağıdakı reaksiya üzrə qarşılıqlı təsirdə olur:

$$2Na + CO_2 + 1/2\ O_2 = Na_2CO_3, \qquad \Delta G^o = -208690+95{,}08T \qquad (3)$$



Şəkil 5. Emalın sonunda fosforun paylanma əmsalının çuqunun temperaturundan asılılığı: A-taraz qiymətlər $lg(P_2O_5)/[P]=21500/T-10,97$

Bu reaksiyanın getməsi nəticəsində ayrılan qazların temperaturu yüksəlir. Apardığımız hesablamalar göstərir ki, kənarlaşdırılan aşqarların əsas kütləsi posada olur. Qaz fazasına 5%-dən çox olmayan fosfor və kükürd keçir. Kürəvi qrafitli çuqunun təmizliyinə tələblərin artırılmasında ilkin çuqunun tərkibi daha böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Kürəvi qrafitli çuqunun tələb olunan fosforsuzlaşdırılma dərəcəsinin təmin edilməsi çuqunun saflaşdırılması sahəsində naliyyətləri nəzərə almaqla, yeni texnologiyaların işlənməsini tələb edir. Bu texnologiyaların vacib tərkib hissəsi maye çuqunun ovuntuyabənzər materiallarla üfürməklə emal edilməsidir.

Tərəfimizdən boz çuqunun injeksion emalının yeni texnologiyası təklif olunur. Bu texnologiya metalın saflaşdırma prosesini 2 mərhələyə bölür:

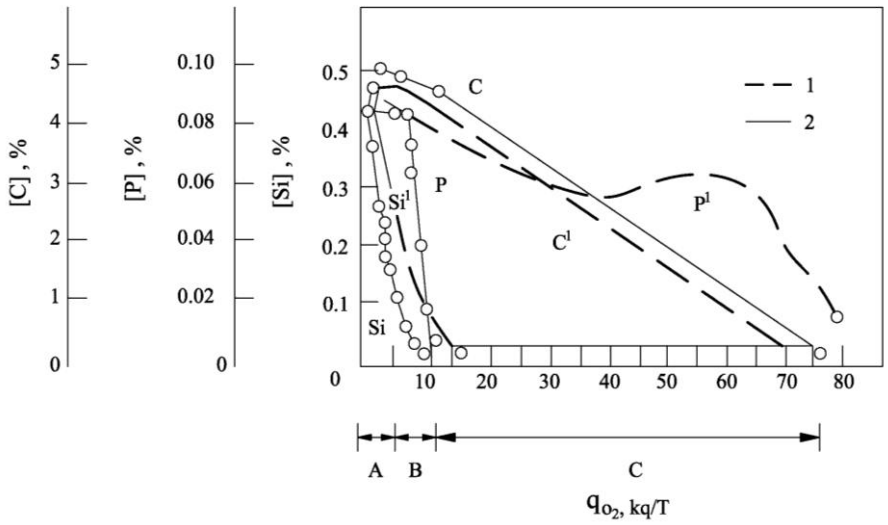
1. Silisiumsuzlaşdırma - sobadan maye çuqunu buraxma prosesində onun oksidləşdirici qarışıqla emalını nəzərdə tutur. Belə emal nəticəsində silisium əməli olaraq tam oksidləşir və posaya keçir.

2. Mikser tipli çalovda fosforsuzlaşdırma - maye çuqunu CaO, CaF_2 və $CaCl_2$-dən ibarət ovuntuların qarışığı ilə üfürməni nəzərdə tutur. Belə injeksion texnologiyanın əsas parametrləri aşağıdakılar ola bilər:

– çalovun tutumu;
– ovuntunu üfürmək üçün furmanın odadavamlı qabığa malik olması;
– daşıyıcı qazın azot olması, onun sərfi 3-5 m^3/dəq-dir;
– ovuntu hissəciklərinin ölçüsü, ~1 mm;
– ovuntunun verilmə intensivliyi, ~600kq/saat;
– emalın müddəti 25 dəqiqə.

Sözügedən emalda yaranan posanı çəkmək, silisiumsuzlaşdırma prosesində yaranan posa ilə qarışdırmaq və qranullaşdırmaq lazımdır. Silisiumsuzlaşdırılmış və tərkibində fosforu azalmış çuqunun induksiya sobasında əridilməsini davam etdirmək lazımdır.

Şəkil 6-da adi (Si`, P` və C`) və fosfor və silisiumdan "təmizlənmiş" (Si, P, C) çuqunun üfürülməsində aşqarların kənarlaşdırılma prosesi üçün müqayisəli məlumatlar verilmişdir. Şəkildən göründüyü kimi, ikinci halda daha aşağı miqdarda fosfora malik olan çuqunun alınması təmin olunur.



Şəkil 6. Çuqunun ovuntularla emalında aşqarların miqdarının dəyişməsi:
A, B, C – uyğun olaraq silisiumsuzlaşdırma, fosforsuzlaşdırma və karbonsuzlaşdırma;
1 – mövcud texnologiya; 2 – injeksion emaldan sonra

Beləliklə, yüksəkkeyfiyyətli kürəvi qrafitli çuqun almaq üçün əritməni dupleks və ya induksiya sobasında, injeksion və sobadankənar emalı isə mikser tipli çalovlarda aparmaq tövsiyə olunur. Mikser tipli çalovların konstruksiyası emal prosesində istiliyin minimal itirilməsini təmin edir.

Açıq tipli çalovlarda ərintiyə soda ovuntusu üfürdükdə, metalın səthində yaranan barbotaj istiliyin itirilməsini əhəmiyyətli dərəcədə artırır. Adi çaynikvari çalovlarda metala soda ovuntusunun üfürülməsi zamanı temperaturun daha çox azalması müşayət edilir.

Bu məsələləri aydınlaşdırmaq üçün üç variantda təcrübələr aparılmışdır:

1. "Sürətli metod"- bu halda sodanı üfürmür, çuqunun səthinə yuxarıdan tökürük.

2. Sodanı metalın dərinliyinə üfürürük. 3. Sodanı xüsusi qapalı çalova daxil edirik.

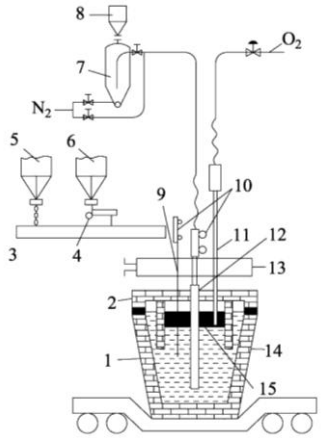
Sobadankənar emal qurğusunun sxemi şəkil 7-də verilmişdir. Bütün ərintilər iki qrupa bölünmüşdür: A – >0,67 kq/(t.dəq) intensivliklə sodanın verilməsi; B – < 0.67 kq/(t.dəq) intensivliklə sodanın verilməsi.

Şəkil 6 və 7-dən görünür ki, sodanın müxtəlif verilmə üsullarında əritmələr seriyası arasında fərq o qədər də hiss olunmur. Lakin onlar üfürmə metodunun xeyrinə dəlalət edir.

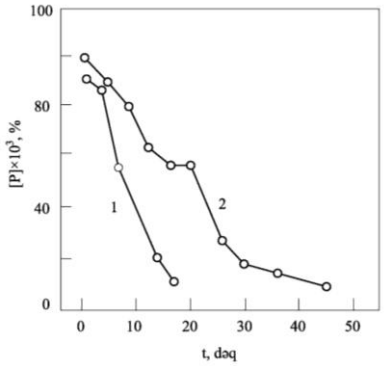
Qeyd edə bilərik ki, "sürətli metod" emal müddətini 15-20 dəqiqə azaltmağa imkan verir. Bu halda odadavamlı materialların xidmət şəraiti yaxşılaşır, sərfi isə azalır. Daha yaxşı nəticələr aktiv posa ilə təmasda olan çalovun üzlüyünü qoruyan xüsusi konstruksiyalı qapaq istifadə etdikdə alınır.

Qapağın istifadə edilməsi, fosforsuzlaşdırma və kükürdsüzləşmənin eyni dərəcələrinə nail olduqda, istiliyin verilməsini azaltmağa imkan verir. Sodanın daxiledilmə intensivliyini həll edərək, üstünlüyü birinci varianta veririk. Bu, əsasən, emal müddətinin azalması hesabına baş verir (şəkil 8).

Ovuntunun daha intensiv verilməsində, həm də, kükürdün daha aşağı konsentrasiyalarının alınması təmin olunur (ovuntunun intensiv verilməsində 0,02-0,009%- in əksinə 0,004%).



Şəkil 7. Çuqunun soda ilə injeksion emalı üçün qurğunun sxemi:
1 - çuqun çalovu; 2 - qapaq; 3 - konveyer; 4 - qidanlandırcı; 5 - soda üçün bunker;
6 - dəmir oksidi (pas) üçün bunker; 7 - pnevmoüfürücü; 8 - yükləyici bunker; 9 - temperaturu ölçmək üçün qurğu; 10 - furmaları qaldırmaq üçün qurğu; 11 - oksigeni daxil etmək üçün furma;
12 - ovuntunu üfürmək üçün furma; 13 - toztutucu zont; 14 - metal; 15 – posa



Şəkil 8. Yuxarıdan soda ovuntusu verildikdə fosforsuzlaşdırma prosesində çuqunda fosforun miqdarının tipik yerdəyişmələri (sodanın şərfi 15 kq/t):
1 - yüksək intensivliklə ovuntunun verilməsi, oksigenin sərfi 2,25 m^3/t;
2 - kiçik intensivliklə ovuntunun verilməsi, oksigenin sərfi 7,0 m^3/t

Çuqunda silisiumun ilkin azaldılma əməliyyatı sonradan aşağıdakı məsələləri həll etməyə imkan verir:

1) fosforsuzlaşdırma və kükürdsüzləşdirmə üçün daxil edilən reagentləri səmərəli istifadə etmək;

2) induksiya sobasında əritmənin aparılmasını posanın minimal miqdarında təşkil etmək.

Ovuntular üfürməklə KQÇ-də silisiumun miqdarının əlverişli həddə qədər azaldılması. Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, çuqunun soda ilə emalı yalnız silisiumu rasional həddə-dək azaltdıqda səmərəli olur. Bu məsələnin baxılmasında nəzərə alırıq ki, çuqunun dəmir oksidilə (pasla) emalında nəinki silisium, həm də karbon oksidləşə bilər. Bu reakiyaları aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$[Si] + 2/3Fe_2O_3 = (SiO_2) + 4/3Fe; \qquad \Delta G^{\circ}_{Si} = -282377 + 49{,}11T \qquad (4)$$

$2[C] + 2/3Fe_2O_3 = 2CO + 4/3Fe;$ $\Delta G_C^\circ = 262074 - 253{,}12T.$

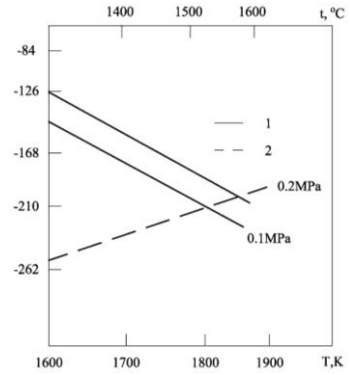
Əgər reaksiya zonasında təzyiq hiss olunacaq dərəcədə 1 atm-dan fərqlənirsə, onda ΔG_{Si}° və ΔG_C° arasında nisbət dəyişir (qəbul edirik ki, yalnız təzyiq dəyişir, komponentlərin aktivliyi isə kondensasiya olunmuş fazalarda a_C, a_{SiO2}, a_{Fe2O3} bərabər hesab edilir).

1. $\Delta G = \Delta G° + 4{,}575\ T \lg Kp.$ Silisiumun oksidləşmə reaksiyası üçün K_p=1 və $\Delta G = \Delta G°$ (təzyiqin dəyişməsi əhəmiyyət kəsb etmir).

2. Karbonun oksidləşmə reaksiyası üçün təzyiq əhəmiyyətli qiymətə malik olur:

$$\Delta G_C = G_C^\circ + 4{,}575 T \lg(P_{CO}^2 / a_C^2 . a_{Fe2O3}^{2\backslash 3})$$

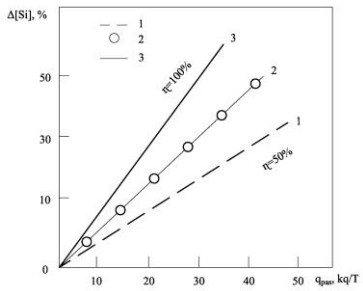
Uyğun hesablamaların nəticələri şəkil 9-da təqdim edilmişdir.



Şəkil 9. (3) tənliyilə karbonun (1 əyrisi) və (4) tənliyilə silisiumun (2 əyrisi) oksidləşməsi üçün ΔG-nin temperaturdan asılllığı

Müəyyən olunmuşdur ki, pas ovuntusunu yuxarıdan verməklə çuqunun adi emal texnologiyasını, təzyiq altında metalın daxilinə pasın üfürülmə texnologiyası ilə əvəz etdikdə, silisium və karbonun oksidləşmə sürətinin nisbəti dəyişir. Metalın daxilinə ovuntu üfürülməsi zamanı silisiumsuzlaşdırma üçün ovuntunun istifadə səmərəliliyi də yüksəlir.

Şəkil 10-da təqdim olunan eksperimental məlumatlar göstərir ki, əgər yuxarıdan pasın verilməsi və aşağıdan qazla üfürməklə reagentin (η) istifadə səmərəliliyi 50%-ə yaxın idisə, həmin reagenti bilavasitə metala üfürdükdə istifadə səmərəliliyi 80%-ə qədər yüksəlir.



Şəkil 10. Kənarlaşdırılan silisiumun miqdarının pas ovuntusunun sərfindən (q_{pas}) asıllığı: 1 - pasın yuxarıdan və qazın aşağıdan verilməsi; 2,3 - pasın metalın dərinliyinə daxil edilməsi (2 - metalın daxilinə ovuntunun üfürülməsində eksperimental nöqtələr)

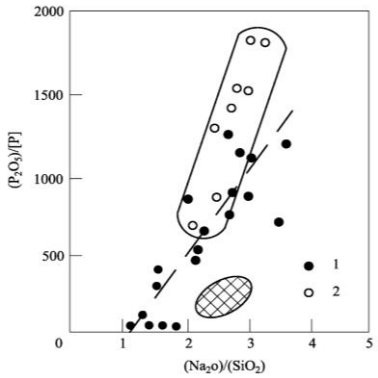
Qeyd edək ki, ovuntunun metalın daxilinə verilmə halında üfürülən oksidlərin əsas payı sili-

siumun oksidləşməsi üçün istifadə olunur. Silisiumsuzlaşdırılmış çuqunun soda ilə emalında soda ovuntusunun metala bilavasitə üfürülməsi də onun yuxarıdan verilməsinə nisbətən daha səmərəlidir.

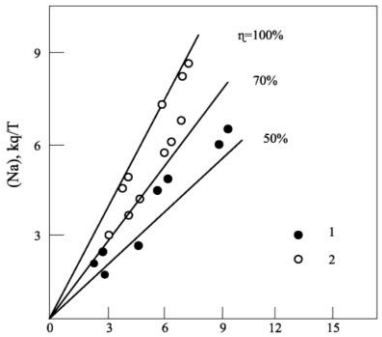
Tərəfimizdən bu istiqamətdə laboratoriya və sənaye şəraitlərində uyğun tədqiqatlar aparılmışdır. Tədqiqatların nəticələri şəkil 11-də verilmişdir. Həmin şəkilin aşağı hissəsinin ştrixlənmiş sahəsi adi üsulun göstəricilərinə uyğundur.

Adi üsulun üfürməklə əvəz edilməsi ilkin silisiumsuzlaşdırılmaya uğradılmış çuqunun fosforsuzlaşdırma şəraitini əhəmiyyətli dərəcədə dəyişir. Adətən, qəbul edilir ki, yüksək temperaturlarda Na_2O-nin aşağı davamlılığı ucbatından (Na_2O 1300^0C-də qaynayır), metalın soda ilə emalı uçucu məhsulların xeyli miqdarının atmosferə atılması ilə müşayiət olunur ki, bu da sexdə iş şəraitini pisləşdirir.

Şəkil 12-dən göründüyü kimi, daxil edilən natriumun yalnız 50% mənimsə-nilir, qalanı isə posada hər hansı bir birləşmə şəklində qalır. Üfürmə metodunun istifadəsi zamanı daxil edilən natriumun səmərəli istifadə dərəcəsi 100%-ə yaxınlaşır ki, bu da injeksion emalın səmərəliliyinə dəlalət edir.



Şəkil 11. Ovuntularla üfürmədə yaranan posada fosforun paylanma əmsalının $(Na_2O)/(SiO_2)$ nisbətindən asılılığı (1,2 - uyğun olaraq, laboratoriya və sənaye təcrübələrinin məlumatlarıdır)



q_{Na}, kq/t

Şəkil 12. Sodanın adi üsulla (1) və metalın dərinliyinə (2) daxil edilməsində posada qalan natriumun miqdarının (q_{Na}) dəyişməsi

Nəticə.

Ovuntu materialları üfürməklə kürəvi qrafitli çuqunun fosforsuzlaşma prosesi tədqiq olun-muşdur. Bunun üçün emal dövründə prosesin termodinamiki parametrləri müəyyən edilmişdir. Fosforsuzlaşdırma üçün ovuntu qarışıqları kimi Na_2CO_3, $CaCO_3$, CaF_2 və Fe_2O_3 yoxlanılmış və

sodanın daha səmərəli olması təsdiqlənmişdir. Müxtəlif reagentlərdən istifadə etməklə maye çuqunun fosforsuzlaşdırılması kinetikasının qrafiki təsviri qurulmuşdur. Soda ilə çuqunun silisiumsuzlaşdırma reaksiyaları yazılmışdır.

Maye ərintiyə üfürülən sodanın sərfindən çuqunda fosforun miqdarının asılılıq qrafiki qurulmuş, fosfor və soda arasında gedən reaksiyalar yazılmışdır. Fosforsuzlaşdırma prosesinə çuqunda aşqarların mənfi təsiri aşkarlanmış və fosforun paylanma əmsalının çuqunun temperaturundan asılılıq qrafikləri qurulmuşdur. Çuqunun fosforsuzlaşdırılması prosesində ayrılan toz hissəciklərinin xüsusiyyətləri təyin olunmuşdur. Buxarlanan natriumun karbon-oksidi və qaz fazasının oksigenilə qarşılıqlı təsir reaksiyası yazılmışdır.

Kürəvi qrafitli çuqunun keyfiyyətinin artırılması üçün silisiumun miqdarının rasional hədləri müəyyən olunmuşdur. Bu məqsədlə çuqunun dəmir-oksidlə emalında silisium və karbonun oksidləşmə reaksiyaları yazılmışdır. Karbonun oksidləşmə reaksiyası üçün təzyiqin termodinamiki ifadəsi alınmışdır. Kənarlaşdırılmış silisiumun dəmir-oksidi ovuntusunun sərfindən asılılıq qrafikləri qurulmuşdur. Ovuntularla üfürmə zamanı yaranan posada fosforun paylanma əmsalı və posada natriumun qalıq miqdarının asılılıq qrafikləri qurulmuşdur.

Ədəbiyyat

1. Həsənli R.K. Çuqunun saflaşdırılma prosesinin səmərəliliyinin artırılması. AzTU, Elmi Əsərlər, №2, Bakı, 2024, s.37-44
2. Həsənli R.K. Kürəvi qrafitli çuqun istehsalında fosforsuzlaşdırma və kükürdsüzləşdirmə prosesinin nəzəri əsaslandırılması. Peşə təhsili və insan kapitalı elmi-praktiki, metodiki jurnal. Bakı, AR Təhsil Nazirliyi, cild 7, №1, 2024, s.71-77
3. Həsənli R.K. Kürəvi qrafitli yüksəkmöhkəm çuqun. Monoqrafiya. Bakı, Elm, 1998, 203 s.
4. Həsənli R.K. Metallurji emalla kürəvi qrafitli yüksəkmöhkəm çuqunun keyfiyyətinin yüksəldilməsi. Monoqrafiya, Bakı, "MSV NƏŞR", 2023, 172 s
5. Корнеев С.В. Применение инжекционных технологии в металлургическом производстве // Литье и металлургия, 2011, №2 (60), с. 152-159
6. Леках С. Н., Бестужев Н. И. Внепечная обработка высококачественных чугунов в машиностроении. Мн.: Наука и техника, 2012, 269 с
7. Плохих П.А., Плохих А.П., Рассказова Ю.В. Рафинирование чугуна жидкими содосодержащими шлаками // Вістник Приазовского Державного Техничного Университету, Вып.11, 2011, с.58-65
8. Славин Д.О., Штеймен Е.Ю. Металлы и сплавы в химическом машиностроении и аппаратостроении, М.: Машиностроение, 2017, 213 с.
9. Смирнов Н.А. Рафинирование стали вдуванием порошкообразных материалов / Н.А. Смирнов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Металлургия». – 2015. - Т.15, №3. – С.33-42
10. Forrest R.D. The challenge and opportunity presented to the SG iron industry by the development of austempering ductile iron / R.D. Forrest // Brit. Foundryman. 1988.-V.81, No.4.-P.168-181
11. Hamyo M., Ogura E, Koriyama S -J. İron and Steel institute Jap., 2023, v. 69, №15, p 153-159
12. Marukawa K, Anoxia S, Yamasaki T. – J. İron and Steel institute. Jap., 2013, v. 89, №15, p. 180-186

DEPHOSPHORIZATION AND DESILICONIZATION OF CAST IRON BY ADVANCED METHODS

Hasanli Ramiz[1], Yusubov Fakhreddin[2]
[1,2] Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan
[1] http://orcid.org/ 0009-0008-8384-9996, ramiz.hesenli@aztu.edu.az

ABSTRACT
Cast iron parts used in chemical engineering must meet high standards. Such parts, which operate in various aggressive environments, are required to possess specific properties. Existing processing technologies do not ensure the achievement of the required high properties in cast iron. Therefore, the purification of cast iron from phosphorus—considered a harmful impurity—and the reduction of silicon content to an optimal level is a highly relevant and important issue.

Keywords: advanced method, spheroidal graphite cast iron, injection metallurgy, purification, dephosphorization, desiliconization..

ОБЕЗФОСФОРИВАНИЕ И ОБЕЗКРЕМНИВАНИЕ ЧУГУНА ПЕРЕДОВЫМИ МЕТОДАМИ

Гасанли Рамиз[1], Юсубов Фахраддин[2]

[1,2] Азербайджанский Технический Университет, Баку, Азербайджан
[1] http://orcid.org/ 0009-0008-8384-9996, ramiz.hesenli@aztu.edu.az

АННОТАЦИЯ
К чугунным деталям, используемым в химическом машиностроении, предъявляются высокие требования. Такие детали, работающие в различных агрессивных средах, должны обладать необходимыми свойствами. Существующие технологии обработки не гарантируют достижение требуемых высоких характеристик чугуна. Поэтому очистка чугуна от фосфора, считающегося вредной примесью, и снижение содержания кремния до допустимого уровня является весьма актуальной и важной задачей.

Ключевые слова: передовой метод, чугун с шаровидным графитом, инжекционная металлургия, очистка, обезфосфоривание, обезкремнивание.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1306

ARI MƏHSULLARININ ORQANIZM ÜÇÜN FAYDALARI

Abbasova K.Q.[1], Əliyeva Z.N.[2], Cəfərova D.N.[3]

[1,2,3] Azerbaijan State Oil and İndustry University
[1,2,3]"Üzvi maddələr və yüksəkmolekullu birləşmələrin texnologiyası" kafedrası
[1]Laborant, sabiq doktorant https://orcid.org/0000-0001-8327-0791, abbasova.konul@mail.ru
[2]Laboratoriya müdiri, https://orcid.org/0000-0002-6420-1480, Zahide.aliyeva@asoiu.edu.az
[3]Laborant, https://orcid.org/0000-0002-2758-2421, ceferova.dursedef@gmail.com

XÜLASƏ

Arıçılıq - bal arılarının pətəklərindən əldə edilən bal, arı zəhəri, arı tozu, propolis və arı südü kimi məhsullardan istifadə etməklə, sağlamlığı uzatmaq və qorumaq üçün elm və sənətidir. Son illərdə arı məhsulları həm ənənəvi, həm də müasir tibbdə sürətlə istifadə olunur. Hal-hazırda, bir çox tədqiqatlar arı məhsullarının effektivliyinə görə məqsədyönlü farmakoloji xüsusiyyətlərinin araşdırılmasına yönəldilmişdir ki, bu da bu məhsullardan funksional qidaların inkişafının artmasına səbəb olur.

Bal minlərlə ildir bəşəriyyətə məlumdur. Gürcüstanda arxeoloqlar tərəfindən Borjomi vadisində tapılan ən qədim arıxana eramızdan əvvəl III minilliyin ortalarına aiddir. Bal qalıqları Tutankhamonun məzarında tapılmışdır. Qədim Misirdə ondan kosmetika və gənclik eliksiri kimi istifadə edilmişdir. Qədim Misir poeziyasında da balın poetik təsvirlərinə rast gəlmək olar. Quranda arı və bala həsr olunmuş bütöv bir surə var.

Bal bal arısı tərəfindən işlənmiş şirin bir mayedir. Bal insan rifahı üçün faydalı olan yüksək qida komponentləri ilə bütün dünyada tanınır. Ənənəvi olaraq misirlilər, yunanlar, romalılar və çinlilər tərəfindən yaraların və bağırsaq xəstəliklərinin müalicəsi üçün istifadə olunur. O, həmçinin öskürək, boğaz və qulaq ağrıları üçün dərman kimi istifadə olunur. Hindistanda lotus balı ənənəvi olaraq göz infeksiyaları və digər xəstəliklərin müalicəsində istifadə olunur. Xarici istifadədən başqa, bal bədəndə həyati orqanları yaxşılaşdırmaq üçün enerji və qidalanma təmin etmək üçün funksional qida kimi daxildə də istehlak edilir. Bu, qədim zamanlardan bəri tətbiq olunur. Balın keyfiyyətində qlükoza, fruktoza, flavonoidlər, polifenollar və üzvi turşular kimi aktiv komponentlər mühüm rol oynayır. Bal dünyanın bir çox ölkəsində istehsal olunur və funksional xüsusiyyətlərinə və qida dəyərinə görə mühüm dərman və enerji verən qida kimi tanınır. Bundan əlavə, bal bioloji, fizioloji və farmakoloji fəaliyyətləri ilə məşhurdur.

Bal həm Qədim Yunanıstanda, həm də Orta əsrlər İtaliyasında istehsal olunurdu, bal qızdırma və iltihabı müalicə etmək, şişkinliyi aradan qaldırmaq və hətta qanqrenanı dayandırmaq üçün istifadə olunurdu.

Açar sözlər: bal, propolis, arı südü, çiçək tozu, arı zəhəri

GİRİŞ

Balın tərkibi həqiqətən unikaldır. İstənilən çeşiddə bütöv bir dəstə vitamin var: B, C, E, həmçinin orqanizm üçün lazım olan minerallar: kalsium, kalium, natrium, fosfor, kükürd, sink, mis, yod və dəmir. Bundan əlavə, bal bədənə çox enerji verən, asanlıqla həzm olunan fruktoza və qlükoza mənbəyidir.

Balın tərkibində çoxlu miqdarda müxtəlif fermentlər, hormonlar və immuniteti gücləndirən, mədə-bağırsaq və ürək-damar xəstəlikləri ilə mübarizə aparan, ağrıkəsici, qızdırmasalıcı, qan damarlarının divarlarını daha elastik edən, virus və göbələk infeksiyaları ilə mübarizə aparan digər faydalı birləşmələr var.



Arı balının nə qədər fərqli ola biləcəyi heyrətamizdir. Onun növləri bal bitkisinin növünə, istehsal üsuluna və toplandığı əraziyə görə fərqlənir. Bəzi növlərin adından başqa, demək olar ki, ortaq heç nə yoxdur, yalnız xarici fərqlər: dad və rəng.

Botanika mənşəyinə görə balın üç əsas növü var:

1. Çiçəkli bal. Arılar tərəfindən bitki nektarının birbaşa emal məhsuludur.
2. İfraz balı. Balın və balın toplanmasının nəticəsidir. Birinci maddə bitkilərin özləri tərəfindən ifraz olunur, ikincisi bitki şirəsini içən digər həşəratlar tərəfindən ifraz olunur. Çiçəkdən daha sıxdır və acı bir dadı var. Rusiya Federasiyasında demək olar ki, heç vaxt təmiz formada istehsal olunmur.
3. Qarışıq bal. Arıların həyati fəaliyyətinin məhsuludur, burada şeh və çiçək balı təbii şəkildə birləşdirilir.

Yerinə görə də ballar müxtəlif olur:

1. Tarla balı - çöl və meşə-çöldə toplanan baldır. Burada əsas bal bitkiləri yabanı otlardır: çobanyastığı, yonca, kəklikotu, adaçayı və s. Ən asan əldə edilən və geniş yayılmış çeşiddir, onun bir çox çeşidi var.
2. Çəmən balı - düz çəmənliklərdən əldə edilir. Onu yığmaq tarla sortundan bir qədər çətindir, lakin onun əsas bal bitkisi də yabanı otlardır.
3. Meşə balı - meşə zonasının bitkilərindən istehsal olunur. Tünd, sıx, yüksək bal şehinin qarışığı ilə, çox parlaq bir ətri var, lakin dadı acı və kobuddur, buna görə də hər kəs onu sevmir.
4. Tayqa balı - tayqa zonasındakı arıxanalarda istehsal olunur, buna görə də xüsusi qoxusu və dadı var.
5. Dağ balı - demək olar ki, ən çox əmək tələb edən çeşiddir. Dağlarda arıxana saxlamaq çətindir, lakin bu balın tərkibi unikaldır, çünki toplama prosesi zamanı arılar yalnız dağlarda rast gəlinən endemik bitkilərlə təmasda olurlar. Tipik olaraq, itburnu nektarı, kəklikotu, oregano və digər bitkilərin qarışığıdır. Rusiyada Altayda hazırlanır.
6. Vəhşi bal - Rusiyada əsasən Uralda toplanan çox nadir bir bal növüdür. Qoxusu kəskin, dadı zəngindir, belə bir məhsulda yod, dəmir, manqan və sinkin səviyyəsi çox yüksəkdir.

Rənginə görə də bal (qızıl, kəhrəba, saman, qum, tünd qəhvəyi, narıncı, hətta şokolad) müxtəlif çalarlarda olur. Tünd rəng əsasən toplanan nektarda dəmirin çoxluğuna görə, eləcə də hava şəraitinə görə əldə edilir: mövsüm nə qədər qurudursa, bal bir o qədər tündləşir. Buna görə də, eyni cökə çeşidi ildən-ilə fərqli rənglərə sahib ola bilər.

Bal tez xarab olan məhsul deyil, lakin düzgün saxlanmadıqda müalicəvi xüsusiyyətlərinin çoxunu itirərək şirin şərbətə çevrilir. Bunun üçün müəyyən şərtlər yerinə yetirilməlidir:

1. Qablaşma. Bal şüşə və ya gil qablarda saxlanmalıdır. Metal qablarda oksidləşmə tez başlayır, plastiklərdə isə polimerləşmə baş verir. Ən təhlükəli qablar alüminium və misdən

hazırlanmış qablardır, çünki onlarla qarşılıqlı əlaqədə olduqda balda zəhərli birləşmələr əmələ gəlir. Arıçılar məhsulu köçürərkən və ya istehlak edərkən hətta metal qaşıqlardan istifadə etməyi məsləhət görmürlər.

2. Rütubət. Su bala daxil olmamalıdır, əks halda fermentasiya başlayır. Təbii dərman əvəzinə sirkə qoxusu və acı-turş dadı olan yeyilməz kütlə əldə edilir.
3. Temperatur. Tövsiyə olunan temperatur 16-20^{0}C-dir. Soyuqda bal yüngülləşir, sərtləşir və vitaminlərinin bir hissəsini itirir. Qızdırıldıqda kimyəvi tərkibi əhəmiyyətli dərəcədə dəyişə bilər, hətta kanserogen maddələr əmələ gələ bilər.
4. İşıq. Qaranlıqda kristallaşma yavaşlayır. Bal xoş teksturasını, dadını və ətrini saxlayaraq orijinal maye vəziyyətində daha uzun müddət qalır.
5. Müddət. Açıldıqdan sonra mağazada satın alınan şüşə qabın tövsiyə olunan raf ömrü 12 aydır. Qapalı qablar 2 ilə qədər saxlanıla bilər. İstifadə müddəti bitdikdən sonra saxaroza konsentrasiyası artır.

Propolis (uza, qədim yunan dilindən πρόπολις, "şəhərətrafı") arıların yumurta qoymazdan əvvəl pətəkdəki çatları bağlamaq, yad cisimləri təcrid etmək və pətək hüceyrələrini dezinfeksiya etmək üçün istifadə etdiyi arı yapışdırıcısıdır.

Qəhvəyi, qara, sarı və ya tünd yaşıl rəngdə ola bilən qatranlı bir maddədir. Ehtimal ki, o, yaz qönçələrindən toplanan bitkilərin yapışqan komponentlərindən (qovaq, qızılağac, ağcaqayın və s.) ibarətdir və ya həzm olunmuş polendir. Təzə yığılmış maddə kifayət qədər yumşaqdır, lakin saxlama zamanı qalınlaşır və sərtləşir. Acı dadı olur.

Arıçılar xüsusi torlardan istifadə edərək və ya pətəyin divarlarından sıyıraraq propolis toplayırlar. Mövsümdə bir pətəkdən 50-150 q maddə toplamaq olar.

Propolisin unikallığı onun tərkibində 16 sinif üzvi maddələrin olmasıdır. Bu günə qədər bu məhsulda 100-dən çox bioloji aktiv birləşmə müəyyən edilmişdir.

Propolis az sayda arı tərəfindən toplanır. Yemək axtaran həşəratlar qönçələrdən qatran gətirirlər. Xüsusi bir arı maddəni istehsal edir. İstədiyi rütubətə gətirir, polen və mum əlavə edir. Yalnız bundan sonra bitki qatranı unikal xüsusiyyətlər əldə edir və əsl propolisə çevrilir.

Pətəkdə maddə iki məqsədlə istifadə olunur:

1. Tikinti materialı kimi. Arılar pətəklərdəki çatları və çərçivələri bir-birinə yapışdırmaq üçün propolisdən istifadə edirlər. Uçuş çuxurunun ölçüsünü azaltmaq üçün istifadə olunur.
2. Dezinfeksiyaedici kimi. Məsələn, həşəratlar pətəklərdəki hüceyrələri təmizləmək üçün propolisdən istifadə edirlər.

Pətəyə siçan və ya kərtənkələ girərsə, arılar onu öldürər, ancaq onu çıxara bilməzlər. Heyvanın meyitini nazik bir propolis təbəqəsi ilə örtürlər. Bu şəkildə çürüməyəcək və zərərli bakteriyalar buraxmayacaq.



Propolisin tərkibi unikaldır. Alimlər hələ də onu süni şəkildə yenidən yarada bilmirlər. Maddə 200 sabit elementdən və 50-100 dəyişən elementdən ibarətdir.

Propolisin kimyəvi tərkibi fərqli ola bilər. Bu, onun əldə edildiyi ərazidən və bitkilərdən, həm də yığım vaxtından asılıdır.

Propolisdə çoxlu miqdarda flavonoid var. Bunlar bitki mənşəli üzvi maddələrdir. Alimlər sübut etdilər ki, propolisin tərkibindəki flavonoidlərin qatılığı müalicəvi effekt vermək üçün kifayətdir, lakin onlar zəhərli deyildir. Propolis mum, balzam maddələri (qatranlar, efir yağları) və polisaxaridlərin təbii qarışığıdır, tərkibində fenolik birləşmələr kompleksi - fenolik karboksilik turşular, oksikumarinlər və flavonoidlər var. Propolisin tərkibində zülallar, nuklein turşuları, lipidlər və hormonlar yoxdur.

Propolisin keyfiyyətini təsdiqləmək üçün flavonoidlərin və digər fenolik birləşmələrin miqdarı (propolis məhlulunun 95% etanolda udulmasına əsaslanan spektrofotometrik üsulla), oksidləşə bilən maddələrin miqdarı, yodun sayı, mikroblara qarşı aktivlik, mexaniki çirklərin tərkibi və mumun tərkibi müəyyən edilir.

Propolis aktiv biostimulyatordur. O, orqanizmin həyati funksiyalarını yaxşılaşdıran bioloji aktiv maddələrin və mikroelementlərin daşıyıcısı kimi çıxış edir və ferment aktivatorudur.

Arı südü işçi arıların çənə vəzilərinin ifrazıdır. Əvvəlcə o, qatı, ağtəhər-şəffaf, jeləyəbənzər kütlə, sonra parıltısız sarımtıl çalarlar əldə edir. O, spesifik iyə və dada malikdir. Arı südünün tərkibi mürəkkəbdir. Onda zülallar, yağlar, karbohidratlar, vitaminlər, aminturşuları, fermetnlər, yağ turşuları, hormonabənzər maddələr var, amma zülallar və vitaminlər üstünlük təşkil edir. Arı südündə 65% su, 14–18% zülal maddələri, 9–10% şəkər, 1,-5,7% yağ var. Onun tərkibində 22 aminturşusu aşkar edilmişdir. Arı südündə dəmir, qızıl, gümüş, kükürd, xrom və sink kimi mikroelementlər aşkar edilmişdir. Arılar sürfələrini və yetkin ana arılarını arı südü ilə qidalandırırlar. Çox aktiv bioloji maddədir.

Arı südünün daha asan və etibarlı üsulu onu elə yığılan kimi istifadə etməkdir. Bu üsulun üstünlüyü odur ki, arı südü təbii halında, heç bir dəyişiklik olmadan istifadə edilir. Belə üsulun çatışmayan cəhəti dozanın qeyri-dəqiq olmasıdır. Arı südü immuniteti gücləndirir və ömrü uzadır. Bunun sübutu isə, yalnız arı südü ilə qidalanan ana arıdır, çünki normal arılar 45–50 gün yaşayarkən, ana arılar 5 il yaşayır.

Çiçək tozu bitkilərin məhsuludur. Tozcuq toplayan arılar onu nektarla nəmləndirir, topaqlar əmələ gətirir və arxa ayaqları üzərində yerləşən zənbillərə yerləşdirirlər. Çiçək tozu arı ailəsini lazımi miqdarda tam proteinlə təmin edir.

Çiçək tozunun tərkibində zülallar və amin turşuları, karbohidratlar, yağlar, fermentlər, minerallar, vitaminlər (B, A, E, D, K və s. qrupları) və üzvi turşular vardır. O rutin (vitamin P) və karotinlə olduqca zəngindir.

Tozcuqlar əzilmiş kütlənin görünüşünə malikdir. Qoxusu spesifik, bal-çiçəkli, ədviyyatlı, yalnız polen üçün xarakterikdir. Dadı və rəngi bölgənin bal bitkilərinə uyğun gəlir. Dadı ədviyyatlı və şirindir. Rəngi ağdan bənövşəyə qədər.

Çiçək tozu asanlıqla xarab olur: zülallar və vitaminlər məhv olur. Yararlılıq müddəti: yığıldıqdan sonra 24 aydır. Onun keyfiyyəti QOST 28887-90 ilə tənzimlənir. Çiçək tozu patogen mikroorqanizmlər, kif, güvə sürfələri ilə çirklənməməli, zəhərli çirkləri, pestisidləri və ya ağır metalları ehtiva etməməlidir.

Arı zəhəri (apitoksin) iki zəhər vəzisi tərəfindən hazırlanır, xüsusi kisəyə toplanır. Oradan isə arı sancması zamanı xaric olunur. Arı zəhərinin əsas tərkibi histamin maddəsindən ibarətdir.Ona görə də arı zəhəri ilə zəhərlənmə zamanı antihistamin preparatlarından (dimedrol və

s.) istifad’ olunur.

Arı zəhəri, balı xatırladan kəskin, xarakterik qoxulu və kəskin dadı olan rəngsiz, qalın mayedir. Arı zəhəri turşu reaksiyasına malikdir. Havada tez quruyur və yapışqana bənzər bir kütləyə çevrilir. Apitoksin çox sabitdir - turşuların və qələvilərin təsirinə həssas deyil, qaynama və dondurma onun keyfiyyətinə demək olar ki, heç bir təsir göstərmir. Quru formada aktivliyini itirmədən illərlə saxlanıla bilər. Sulu halda antibiotik xüsusiyyətlərinə baxmayaraq, faydalı keyfiyyətlərini tez və tamamilə itirir.

Arı zəhəri orqanizmə yerli və ümumi təsir göstərir. Sancma yerində əvvəl yanan ağrı, sonra qızartı, şişkinlik müşahidə olunur və sancma yerində bədən istiliyi yüksəlir. Ümumiyyətlə, zəhərə həssas olan insanlarda baş ağrısı, başgicəllənmə, zəiflik, güclü tərləmə, döş qəfəsində və ya boğazda sıxılma, bəzən ürəkbulanma, qusma, tüpürcək, göz yaşı və əsəb həyəcanı müşahidə olunur. Yetkinlər üçün zəhərli doza 10-25 arının eyni vaxtda sancması, öldürücü doza 500 və daha çox arı sancmasıdır.

Arı zəhərinin təsir mexanizmi kifayət qədər öyrənilməmişdir. Arı zəhəri təsirli bir vasitə kimi tanınır. Revmatizm, yoluxucu poliartrit, bronxial astma, xroniki ekzema, periodontal xəstəliklər, sinir sistemi xəstəlikləri, trofik xoralar, miqrenlər üçün istifadə olunur.

Arı zəhəri yerli formada və preparatların bir hissəsi kimi istifadə olunur.

References

1. P. C. Molan, “The role of honey in the management of wounds,”Journal of Wound Care, Vol. 8, No. 8, pp. 415–418, 1999.
2. P. V. Rao, K. T. Krishnan, N. Salleh, and S. H. Gan, “Biological and therapeutic effects of honey produced by honey bees and stingless bees: a comparative review,”Revista Brasileira de Farmacognosia, vol. 26, No. 5, pp. 657–664, 2016.
3. P. M. Fratellone, F. Tsimis, and G. Fratellone, “Apitherapy products for medicinal use,”Journal of Alternative and Complementary Medicine, vol. 22, No. 2, pp. 1020–1022, 2016.
4. A. Ajibola, “Physico-Chemical and Physiological Values ofHoney and Its Importance as a Functional Food,”International Journal of Food Sciences and Nutrition, Vol. 2, No. 6, pp. 1–9, 2015.
5. J. M. Alvarez-Suarez, S. Tulipani, S. Romandini, E. Bertoli,and M. Battino, “Contribution of honey in nutrition andhuman health: a review,”Mediterranean Journal of Nutritionand Metabolism, Vol. 3, No. 1, pp. 15–23, 2010.
6. Amirli F.A., Aghamaliyev Z. Z., Abdullayeva I.G., Pashayeva Z.N.&Aghamaliyeva D.B. The role of nutrition in ensuring healthy living. Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2(148), 2024., 629-638.
7. Abbasov V.M., Əmirli F.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Z.V., Quliyeva N.R. Qida kimyası. Dərslik. Bakı: Elm, 2023, 260 s.
8. Ağamalıyev Z.Z., Abdullayeva İ.Q. Müasir insanın qida pəhrizi və çatışmamazlıqlar. International Conference dedicated to the 60th anniversary of the establishment of the Department of Technology of organic substances and high-molecular compounds. “Modern problems of macromolecular compound technology”. 25-26 Aprel 2024, p.151.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1311

“SLOU FUD” HƏRƏKATININ QASTRONOMİK TURİZMDƏ ROLU

İlahə Qurbanova
Azərbaycan Texnologiya Universiteti Turizm sənayesinin təşkili kafedrası
Assistent,https://orcid.org/0009-0007-6502-1258,ilahequrbanova01@gmail.com

XÜLASƏ
Urbanizasiyanın nəticəsi olan “Fast food” trendinin qloballaşması insan orqanizminə zərərli maddələrin daxil olmasıyla yanaşı, sağlam qidalara və milli təamlara olan tələbatı da azaltmışdır. Mədəniyyətin bir parçası olan kulinariyada istifadə olunan bəzi inqredientlərə və milli təamlara marağın azalması onların “qırmızı kitab”a düşməsinə səbəb olmuşdur. Bu qidalar halbuki, bir etnik cəmiyyətin, bir millətin tarixini, ənənələrini özündə əks etdirir. “Slou Fud” bu təamları, onları hazırlayan aşpazları, həmin məkanları araşdıraraq dünyaya təbliğ edir və qastronomik turizm üçün ideal məhsula çevrilir. Məqalədə bu nüanslar araşdırılmış, ölkəmizdə də Slou fud təamları və destinasiyalarından bəhs olunmuşdur.
Açar sözlər: Slou fud, mədəni irs, prezidiya, Dad Gəmisi

GİRİŞ
Qloballaşmanın həyat fəaliyyətini asanlaşdırması, daha axıcı və rahat hala gətirməsi gündəlik qidalanmağımıza da böyük təsir göstərmişdir. Qloballaşmağın nəticəsi olaraq tez hazırlanan, ayaqüstü qidalar, yəni “Fast food” qida rasyonumuza sürətli şəkildə daxil olub. Stresli iş, vaxt çatışmazlığı, müəyyən dərəcədə ərincəklik fəst fuda olan tələbatı günü-gündən artırıb. Ancaq bu tip geni dəyişdirilmiş qidalar metobolizmaya, immunitetə mənfi təsir göstərərək müxtəlif fəsadlara yol açır. Fəst fudun geniş yayılması, eyni zamanda, milli təamlara, mədəni və etnik dəyərləri olan digər qidalara olan tələbatı azaldır. Bu səbəbdən də fəst fuda qarşı “Slow food” (ingilis dilində tərcümədə “yavaş qida”) hərəkatı yaranmış və dünya miqyasında geniş marağa səbəb olmuşdur.

Slou fud hərəkatının başlaması hamburgerlə bağlıdır. Belə ki, 1986-cı ildə Romada ilk McDonalds açılan zamanı italyalı jurnalist Karlo Petrini dünyada geniş yayılan fast fud yemək mədəniyyətinə etiraz edərək milli və yerli təamlara geri çağırış etdi. Bu məqsədi daha irəli apararaq regional təamlarım və istehsalçıların haqlarını qorumaq üçün İtaliyanın şimalı Piedmontda qeyri-kommersiya təşkilatı qurdu və bütün yemək festivallarına qatılaraq bu hərəkatı tanıtdı.

Slou fud hərəkatı yemək yemənin təkcə həyati vacib fəaliyyət kimi yox, qida istehsalından istehlakına qədər bütün mərhələlərdə sevgi ilə yanaşmanı və yemək yeyərkən sosiallaşmağı təbliğ edir. Slou fud fəlsəfəsinin təməlində bir bölgənin torpağına aid, yerli məhsullarından istifadə etmək, çöldən yemək sifariş verməmək dayanır. Bu addım ənənəvi yemək mədəniyyətinin qorunması məqsədi daşıyır. Bu hərəkat deviz olaraq “dadlı, təmiz və sosial ədalətlilik” prinsipini mənimsəmişdir, yəni, məhsulların öz təbii dadı olmalı, istehsal ekoloji cəhətdən təmiz və ənənəvi olmalı, satış isə sosial ədalətli olmalıdır. Slou fud fəlsəfəsində hər bir insan bioloji və mədəni bir varlıq olaraq qəbul edilir, iqtisadi vəziyyəti nə olursa olsun insan ən yaxşı, keyfiyyətli və etibarlı qidaları dadmağa layiqdir. Loqosunda isə ilbiz rəsmi görünür. İlbizlər tez-tez yeyərək yavaş, amma təmkinli şəkildə hərəkət edir və özündən sonra iz buraxır[1].

MƏQSƏD
Hərəkat üç təməl prinsipə dayanır: dad, əlçatanlıq və ətraf mühitə dostca yanaşma. Bu prinsiplər həm fərdi sağlamlığı, həm də planetin gələcəyini nəzərə alaraq yavaş yemək

mədəniyyətini təbliğ edir.

Dad: Slou Fud yeməyin təkcə qidalandırıcı deyil, həm də dadlı olmasının lazım olduğunu vurğulayır. Yemək yalnız doyurmaq üçün deyil, həm də mədəni təcrübə kimi qəbul edilir. Bu yanaşma qidaların təzə, mövsümi və yerli olmasına diqqət yetirir.

Əlçatanlıq: Slou Fud sağlam və təbii qidaların hər kəs üçün əlçatan olmasını müdafiə edir. Bu, yerli fermerlərlə birbaşa əlaqələr qurmaq, məhsulların istehlakçılara təzə və sərfəli qiymətlərlə çatmasını təmin etmək məqsədi daşıyır. Yerli bazarlar və orqanik məhsullar bu hərəkatın dəstəklədiyi mühüm elementlərdir.

Ətraf mühitə dostca yanaşma: Slou Fud qida istehsal proseslərini ətraf mühitə uyğun olmağa təşviq edir. Bu yanaşma kənd təsərrüfatında kimyəvi gübrələrdən və pestisidlərdən istifadəni azaltmaq, biomüxtəlifliyi qorumaq və ətraf mühitə zərər verməyən üsullarla istehsal etmək məqsədi daşıyır.

Slou Fud hərəkatı həm fərdlər, həm də cəmiyyətlər üçün bir çox faydaları təmin edir:

1. Sağlamlıq: Fast fud və geni dəyişmiş qidalar yerinə təzə və təbii qidalardan istifadə etmək daha sağlam həyat tərzi yaşamağa kömək edir. Yerli və mövsümi məhsullar çox vaxt daha qidalandırıcı və sağlam olur. Bundan əlavə, emal edilən qidalarda qatqı maddələr, qoruyucular və süni dadlandırıcılar sağlamlığa mənfi təsir göstərə bilər.
2. Ətraf mühit: Slou Fud davamlı kənd təsərrüfatını təşviq edərək yerli qida istehsalçıları ilə əməkdaşlıq edir. Bundan əlavə, ətraf mühitə zərər verməyən istehsal üsullarını mənimsəyərək biomüxtəlifliyin qorunmasına töhfə verir.
3. Mədəni İrs: Slou Fud yeməyi qidalanma vasitəsi kimi görməkdən əlavə, mədəniyyət və irs kimi qəbul edir. Ənənəvi reseptlərin və yerli mətbəxlərin qorunması mədəni müxtəlifliyi zənginləşdirir. Eyni zamanda, yerli istehsalçılara öz bizneslərini davam etdirmək üçün iqtisadi imkanlar yaradır.
4. İqtisadi Faydalar: Slow Food hərəkatı yerli iqtisadiyyatı dəstəkləyir. Yerli fermerlərlə əməkdaşlıq edərək, qida istehsalçıları və istehlakçılar arasında əlaqələri gücləndirir. Bu, kiçik miqyaslı istehsalçılara böyük qida zəncirləri ilə rəqabət aparmağa imkan verir və yerli məşğulluğu artırır.

Slou fud hərəkatı özündə müxtəlif mövzuları birləşdirir: Biomüxtəliflik, “yavaş” arı, “yavaş” pendir, “yavaş” ət, “yavaş” balıq və GMO-lar (geni dəyişdirilmiş orqanizmlər). Biomüxtəliflik proqramına “Dad Gəmisi”, prezidiya, Aşpazlar Alyansı, “torpaqdan bazara”, Afrikadakı ərzaq bazarları və slou fud səyahət daxildir.

İqlim dəyişikliyi, sənayeləşmə və urbanizasiya səbəbindən bəzi ərzaq məhsulları və qidalar tükənmək təhlükəsi altındadır. Bu qidalar müəyyən mədəniyyətə, icmaya aid olması, tarixi və əhəmiyyəti ilə seçilir. Beynəlxalq “dad gəmisi” kataloquna - bir növ “qırmızı kitab”a sözügüdən qidaları daxil etmək illər keçdikcə yoxa olmaq riskinə diqqət çəkmək məqsədi daşıyır. Hazırda dünya üzrə 6561 qida məhsulu bu “qırmızı kitab”a daxil edilib, onlardan 31 də ölkəmizdə yetişən və hazırlanan məhsullardır. Bu məhsullara abqora, Baltalı düyüsü, xarıbülbül çayı, itburnu mürəbbəsi, İvanovka günəbaxan yağı, Qafqaz dağ şabalıdı, Qarabağ qoyunu, motal pendiri, Mədrəsə üzümü, nanə arağı, nehrə ayranı, səməni halvası, Udi icmasına aid üzüm sortlarını və s. misal göstərmək olar.

Prezidiya, yox olma təhlükəsi olan keyfiyyətli istehsalı təmin edir, unikal regionları və ekosistemləri mühafizə edir, ənənəvi emal metodlarını bərpa edir, yerli heyvan cinsləri və bitki növlərini qoruyur. Məhv olma riski altında olan ilk yüz məhsulu (Dad Gəmisi ilə) kataloqlaşdırdıqdan sonra mənşə sahələrini öyrənmək, istehsalçılar ilə tanış olub məhsullarını,

bacarıqlarını və biliklərini tanıtmaq üçün layihə daha bir addım ataraq istehsal prosesi dünyasına qədəm qoydu. Bu şəkildə prezidiya, əməkdaşlığa, o cümlədən istehsalat qaydalarının və məhsulların təşviq yollarının birgə müəyyən edilməsinə hazır olan kiçik miqyaslı istehsalçıları əməkdaşlığa cəlb edir. Əsas məqsəd qədim biliklərinin qorunub saxlanması, davamlı təcrübələrin təşviq edilməsi və yerli sahələrin inkişaf etdirilməsidir. Prezidiyaya daxil ola bilmək üçün məhsulların tarixçəsi olmalı, coğrafi, mədəni bir əraziyə və sosial qrupa aid olması lazımdır [2].

Prezidiyanın ümumi hədəfləri iqtisadi, ətraf-mühit, sosial və mədəni olmaqla dörd hissədən ibarətdir. İqtisadi hədəflər qiymət dəyişikliyi, istehsal miqdarı, məşğulluq və s. kimi kəmiyyət göstəriciləridir. İqtisadi hədəflər istehsalçıların gəlirlərini artırmaq, yerli fəaliyyətləri inkişaf etdirmək və məşğulluğu artırmaq məqsədi daşıyır. Fəaliyyətlərini davam etdirmək üçün maliyyə cəhətdən zəif olmayan istehsalçıların gəlir gətirmədiyi üçün istehsaldan imtina etdiyi məhsullar məhv olmaq təhlükəsi ilə üz-üzədir. Prezidiyanın iqtisadi məqsədləri bu vəziyyəti dəyişmək və istehsalçılara iqtisadi imkanlar təqdim etməkdir. Ekoloji hədəflərin əsas məqsədi biomüxtəlifliyi qorumaq və məhsulların davamlılığını artırmaqdır. Prezidiya layihəsi istehsalçıları kimyəvi maddələrdən istifadənin dayandırılması və ya azaldılması, heyvanların rifahının qorunması (geniş əkinçilik sistemləri, kifayət qədər yer), yerli cinslərin və yerli tərəvəz sortlarının qorunması, ekoloji qablaşdırma və bərpa olunan enerjidən istifadə qaydalarına riayət etməyə təşviq edir. Sosial məqsədlərə istehsalçıların sosial vəziyyətinin yaxşılaşdırılmasını, təşkilatçılıq imkanlarının gücləndirilməsini, daha genişlənməsi və dövlət və özəl qurumlarla əlaqələrinin inkişaf etdirilməsini göstərə bilərik. Mədəni məqsədlərə istehsal sahələrini təşviq etmək, yerli kənd təsərrüfatı sahələri yaratmaq, köhnə tikililəri bərpa etmək və digər mədəni təşəbbüsləri təşviq etmək bacarığı aiddir.

Ümumi dünya üzrə 685, Azərbaycan üzrə isə 5 prezidiya qeydiyyata alınmışdır. Bunlara ata-baba fındığı, Qafqaz camışı, Qafqaz dağ balı, Mədrəsə üzümü, yabanı Qafqaz itburnusu aiddir.

Slou Fud Aşpazlar Alyansı, bioloji müxtəlifliyi qoruyan və ədalətli qida istehsalçılarını dəstəkləyən beynəlxalq aşpazlar şəbəkəsidir. Restoran, yeməkxana və küçə piştaxtalarından 1527-dən çox aşpaz hər gün öz mətbəxlərində prezidiya layihələrindən və Dad Gəmisindən olan məhsullardan, həmçinin yerli meyvə, tərəvəz və pendir növlərindən istifadə edərək kiçik istehsalçıları, biomüxtəlifliyin mühafizəçilərini dəstəkləyir. Onların hamısı çox müxtəlif təcrübə və yemək bişirmə tərzinə sahibdirlər, lakin hamısı kənd təsərrüfatı biomüxtəlifliyini mühafizə etmək və qastronomik bilikləri və yerli mədəniyyətləri qoruyub saxlamaq üçün öhdəlik götürürlər. Azərbaycanda isə yalnız Bakı və Lənkərandan 9 aşpaz qeydiyyatdan keçmişdir.

Slou fud hərəkatı öz unikallığı, milliliyi, tarixi ilə seçildiyindən qastronomik turizm üçün də ideal məhsuldur. Belə ki, Dad Gəmisi və prezidiyaya daxil olan qidaların yetişdirildiyi bölgələr turistlərin həm kənd təsərrüfatı məhsulu kimi, həm də milli mətbəx nümunəsi kimi diqqətini çəkir. Bu ərazilərə səfər edərək turistlər həm məhsulun yetişdirilməsi ilə tanış ola, həm də yerində həmin məhsullar tərəfindən hazırlanan qidaları dada bilərlər. Eyni zamanda, Aşpazlar Alyansına üzv olan aşpazların çalışdıqları restoranlara baş çəkərək daha lüks səviyyədə estetika və kulinariyadan həzz ala bilərlər.

Slou fud səyahət özündə yaxşı yemək təcrübələrini, təmiz inqredientləri, səyyahlar və yerli istehsalçılar arasında əlaqəni birləşdirir. Turizm dayanıqlı yerli qida sistemlərinin gücləndirilməsi üçün ideal vasitə hesab olunduğundan bu hərəkat kənd icmalarını dəstəkləyən, yerli kulinariya irsini təbliğ edən interaktiv səyahət təcrübəsi yaradan qastronomik turizm

proqramıdır. Slou fud səyahət 2016-cı ildə yaradılmış və hərəkatın fəlsəfəsini təbliğ edərək Dad Gəmisi və prezidiya məhsullarını həm yerli, həm də xarici turistlər üçün əlçatan edir.

Slou fud səyahət istehsalçılar olan fermerler, pendir istehsalçıları, qəssablar, çörəkçilər, şərabçılar və onların hazırladıqları unikal məhsullardan dadlı təamlar hazırlayan aşpazlar arasında əlaqəni gücləndirən, yerli ənənələrə unikal bələdçilik edən turizm modelidir. Slou fud səyahət yerlərə qastronomik turizm destinasiya kimi tanınması üçün imkan yaradır.

Əsas məqsəd səyyahları qidaların biomüxtəlifliyinin qorunması, yerli mədəniyyətlərin, kimliklərin, qastronomiyaların anlaşılması ilə yaxınlaşdırmaqdır. Bu səyahətlərə slou fud prezidiyalarına səyahətlər, Dad Gəmisi məhsulları ilə tanışlıq və Terra Medr qida icmalarında gecələmək daxildir. Qonaqlama xidmətini də birbaşa istehsalçılar və ya yerli slou fud məhsullarından istifadə edən otellər və şeflər tərəfindən həyata keçirilir [3].

Slou fud səyahət destinasiyalarına Səudi Ərəbistan, Azərbaycan, Avstriya və hərəkatın vətəni İtaliya aiddir. Azərbaycanda Slow Food hərəkatı ölkənin 5 regionunu əhatə edən COVCHEG layihəsini təşkil edib, bu da regional ənənələrin və unikal məhsulların canlanmasına və qorunub saxlanmasına kömək edir. Kənd icmalarının iqtisadi dirçəlişini və rifahını təşviq etmək, eləcə də yerli kulinariyanı və mədəni irsin mühafizəsi məqsədini daşıyan layihə Azərbaycan Turizm Bürosunun davamlı turizm təcrübələrinin ərsəyə gətirilməsi istiqamətində atdığı mühüm addımlardan biridir. Belə ki, destinasiyaların yaradılması Avropa İttifaqı tərəfindən maliyyələşdirilmiş, "Azərbaycanda Böyük Qafqaz Dağları Ərazisində İcma Əsaslı Dəyər Zəncirinin Genişləndirilməsi" layihəsi adı altında həyata keçirilmişdir.

Ölkəmizin əlverişli iqlimi və təbii sərvətləri də daxil olmaqla, mövcud imkanlar adıçəkilən layihə çərçivəsində Slou fud turizm modelini yaratmağa imkan vermişdir. Bu təcrübənin daha əlçatan olması məqsədilə Şamaxı, İsmayıllı, Qəbələ, Şəki və Qax rayonlarını əhatə edən, yerli istehsalçılar, məhsullar və görməli yerləri əks etdirən Slou Fud səyahət xəritəsi də hazırlanmışdır [4].

Tarix boyu bu bölgə xalqların, dillərin və mədəniyyətlərin təbii kəsişmə nöqtəsi olub. Kənd yerlərində azərbaycanlı, avar, ləzgi, rus, dargin, tat, kürd və udi əhali ilə rastlaşmaq mümkündür. Qədim Şamaxı və Şəki şəhərlərində bu mədəniyyətlərin bir-birinə necə qarışdığından turistlər heyrətə gəlir.

Bölgənin mədəni müxtəlifliyinin zənginliyi, iqlimi və landşaftının spesifikliyi birlikdə çox vaxt ictimaiyyətə məlum olmayan unikal yemək ənənələri və qastronomik irslərə səbəb olmuşdur. Məsələn, Mədrəsə kəndində yetişən üzümlər və onlardan hazırlanan içkilər möhtəşəm dadı ilə seçilir. Əsrlərlə qoz-fındıq istehsalının vətəni olan Şəki-Zaqatala torpaqları Ata-baba qozları ilə min bir dərdin dərmanıdır. Bal ilə birlikdə qanazlığı və halsızlığa qarşı istifadə olunur, buna görə də, südverən analara məsləhət görülür. Qafqaz yabanı itburnusundan hazırlanan siroplar, kompot və mürəbbələr ənənəvi Azərbaycan çayının yanında desert kimi təqdim olunur. Bu da ürək xəstəliklərinə müsbət təsir göstərir.

NƏTİCƏ

Belə qənaətə gəlmək olar ki, Fəst fud olduğu müddətdə milli təamların, kulinariyanın qorunması mövzusu daim aktual olacaqdır. Kulinariyanın da tarixi, yayıldığı coğrafiyası var. Tarixi bölgələr öz irsini, mədəniyyətini, tarixini yerli qida və təamlara ötürür ki, bu təamlar da özündə mədəni və biomüxtəlifliyin gözəlliyini əks etdirir. Turistlər müxtəlif ölkələrin tarixi, mədəniyyəti, eyni zamanda, kulinariyası ilə yaxından maraqlanırlar. Yerli mətbəxi qoruyub dünyaya tanıtmaqla həm sağlam qidalanmağı, həm də irsimizi tanıtmış olarıq. Unutmayaq ki, hər

bir qastronomik təam unikal turizm təcrübəsi ola bilər.

ƏDƏBİYYAT

1) Küreselleşmeden geleneksele dönüşte slow food ve cittaslow Hareketi, Gülhan SAĞIR, 2017, https://dergipark.org.tr/tr/download/article- file/383375

2) Prezidiya, https://slowfood-covcheg.az/category/prezidiya/

3) SLOW FOOD TRAVEL DESTINATIONS, https://www.slowfood.com/insights/slow- food-travel-destinations/

4) Davamlı turizm təkliflərinin sayı artır, https://azerbaijan.travel/kiv/press-relizler/slou-fud- ile-azerbaycanda-teqdim-olunan-davamli-turizm-tekliflerinin-sayi-artmaga-davam-edir

РОЛЬ ДВИЖЕНИЯ СЛОУ ФУД В ГАСТРОНОМИЧЕСКОМ ТУРИЗМЕ

Илаха Гурбанова

Азербайджанский Технологический Университет Департамент организации туристической индустрии Помощник,https://orcid.org/0009-0007-6502-1258, ilahequrbanova01@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Глобализация тенденции “Фастфуд”, вызванная урбанизацией, не только привела к попаданию в организм человека вредных веществ, но и снизила спрос на здоровую пищу и блюда национальной кухни. Снижение интереса к некоторым ингредиентам, используемым в кулинарии и национальных блюдах, являющихся частью культуры, привело к их занесению в «красную книгу». Однако эти продукты отражают историю и традиции этнического общества и нации. Слоу Фуд продвигает эти блюда, шеф-поваров, которые их готовят, и места, которые они посещают, по всему миру, делая их идеальным продуктом для гастрономического туризма. В статье рассматриваются эти нюансы, а также обсуждаются блюда и направления Слоу Фуд в нашей стране.

Ключевые слова: Слоу Фуд, культурное наследие, президиа, Корабль Вкуса

THE ROLE OF THE “SLOW FOOD” MOVEMENT IN GASTRONOMIC TOURISM

Ilaha Gurbanova

Azerbaijan University of Technology, Ganja, Azerbaijan Department of Tourism Industry Organization

Assistant lecturer,https://orcid.org/0009-0007-6502-1258, ilahequrbanova01@gmail.com

ABSTRACT

The globalization of the “Fast food” trend, which is a result of urbanization, has not only introduced harmful substances into the human body, but also reduced the demand for healthy foods and national dishes. The decline in interest in some ingredients used in culinary and national dishes, which are part of the culture, has led to their inclusion in the "Red Data Book". These foods, however, reflect the history and traditions of an ethnic society, a nation. By exploring these foods, the chefs who prepare them, and those places, Slow Food promotes them to the world, becoming an ideal product for gastronomic tourism. The article explores these nuances and discusses Slow Food dishes and destinations in our country.

Keywords: Slow Food, cultural heritage, presidia, Ark of Taste

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1316

APPLICATION OF SMART HYDROGELS FOR SLOW RELEASE OF FERTILIZERS

Aysel Mammadova PhD[1] , Sevinj Mollayeva[2], Lala Gurbanli[3], Arzu Asadzade[4]
[1] Corresponding author, senior lecturer, Baku Higher Oil School, Baku, Azerbaijan, aysel.mammadova@bhos.edu.az
[2]4th-year Chemical Engineering student, Baku Higher Oil School, Baku, Azerbaijan, sevinj.mollayeva.std@bhos.edu.az
[3]4th-year Chemical Engineering student, Baku Higher Oil School, Baku, Azerbaijan, lala.gurbanli.std@bhos.edu.az
[4]4th-year Chemical Engineering student, Baku Higher Oil School, Baku, Azerbaijan, arzu.asadzade.std@bhos.edu.az

Abstract

The excessive consumption of fertilizers has been a major concern for agriculture. Based on the 2005 National Fertilizer Recommendation Guide, on average, farmers overuse urea and fertilizer use has risen by 400% in the last 30 years (Rahman & Zhang, 2018, pp. 759-774) Farmers in some developing countries apply fertilizer excessively and irresponsibly due to a lack of continuous innovation training. In turn, high rates of fertilization result in N and P depletion. Excessive fertilizer usage and adverse climatic conditions can pollute soil and surface waters.

Considering the intensifying challenges stemmed from water scarcity and overuse of fertilizer in agriculture, it is indispensable to focus on research and synthesize new materials and methods for regarded purposes. A focal point of this endeavor has been the development of superabsorbent polymers (SAPs) which are designed to releasing aqueous media to the soil slowly and by regulation (Yang, et al., 2024, pp. 501-528). Most of the available hydrogels for fertilizer delivery are synthesized from polyacrylic acid (PAA) despite of the fact that it is limitedly biodegradable (Hafidi, et al., 2024, pp. 170-190). Despite PAA-based hydrogels having optimal performance through precise controlling. Thus, considering sustainability and strong performance, more work should be conducted by creating new materials. Notwithstanding, polyamine acidic polymers which are alternatives to polysaccharide-based ones offer superior promise within the perspective of biodegradability and sustainability (Hafidi, et al., 2024, pp. 170-190). By providing a cross-linking network, similar to the PAA-based ones, poly amine-based hydrogels can encapsulate large quantities of water and aqueous solutions too, because of having analogous structures.

In this research, biodegradable polyamine-based polyaspartamide hydrogels (PASP) were prepared with the potential use as fertilizer delivery vehicles. PASP has protein-resembling amide linkages in its backbone as well as a carboxylic acid group in its pendant group in each monomer (Adelnia, Blakey, Little, & Ta, 2019, pp. 755-769). Protein-similar amide bonds make the poly(amino) acid biodegradable which can last from a couple of days up to one month depending on environmental conditions, such as temperature, pressure, humidity, pH and salinity of the soil (Li & Zhang, 2023, pp. 3643-3671). Furthermore, PASP can be incorporated with different side groups to obtain desired properties to control the degradation and mechanical properties of synthesized hydrogels (Gyarmati, Némethya, & Szilágyi, 2014, pp. 8764-8771). Thus, nutrition can be easily encapsulated to these hydrogels and act as smart delivery systems for fertilizer delivery and overcome several problems related to current fertilizer delivery.

Aim:

The focus of this research is the development of smart polyaspartamide-based hydrogels for the

sustainable release of fertilizers. Despite the fact that a number of studies have been carried out thus far, some significant challenges still exist, comprising sustainability, the complexity of the synthesis, high costs, non-degradable materials, or the opposite, the instability of materials yielding a risk of degradation before a sufficient release of nutrition. The aim of this research is to develop smart hydrogels as good candidates for hydrogel-based fertilizer delivery with controlled and sustainable release.

Methods

The precursor polymer of PASP was synthesized by thermal polycondensation of its monomer aspartic acid in the presence of an acid catalyst. The reaction is conducted at elevated temperatures (180°C) under vacuum using a rotary evaporator. After the polycondensation has finished, the polymer is precipitated in deionized water (Milli-Q grade) and washed a few times to remove the catalyst. Precipitation was dried in the vacuum oven at °40 C for two days. Purified and dried polymer was modified with cysteamine (PASP-CA) to incorporate the thiol functioning groups into the polymer which is then easily cross-linked to stable hydrogels. Thiol modification of PASP was 20wt% of polymer repeat units. The structure of the polyaspartamides was analyzed by ^{1}H NMR spectroscopy (Figure 1) and all peaks were aligned well with the structure of PASP-CA. Linear PASP-CA later converted to hydrogel by oxidizing the thiol groups of PASP-CA into disulfide cross-linked structures. The structure of hydrogels was confirmed by evaluating the SEM images of dried hydrogels (Figure 2). Hydrogels demonstrated good porosity and were considered suitable for fertilizer encapsulating and release experiments. To study the stability of hydrogels, gels were placed in buffer solutions pH ranging from 3 to 12. The swollen weight of the gel was recorded every day by taking gels from the buffer solution and removing the excess water from the surface of the gels. The process continued until the dissolution of the gels for two weeks. The general trend was the stability of hydrogels in acidic media compared to alkali media (Table 2). Higher pH elevated the dissolution of gels and gels were dissolved within a few days due to the breakage of disulfide bridges in alkali environments. The stability of the gels increased by decreasing the pH of the solutions. At pH 5, 4, and 3 gels were stable for more than two weeks and the weight of the gels was not recorded after two weeks due to sufficient information obtained.

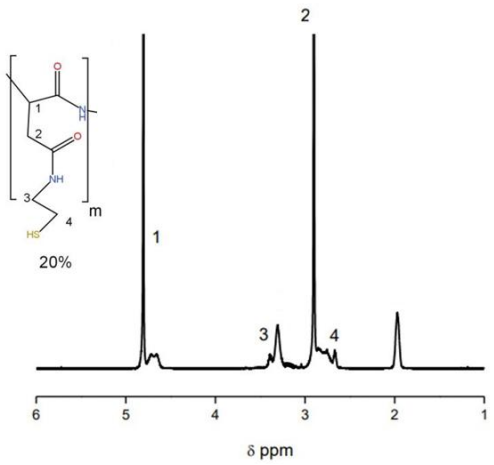


Figure 1. ^{1}H NMR of PASP-CA

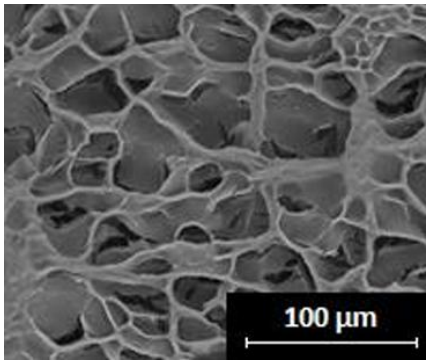


Figure 2. SEM images of PASP-CA hydrogels.

Results

In this study, smart polyaspartamide-based hydrogels was synthesized through ring-opening reaction of PSI at ambient conditions and polymers were characterized through 1H NMR spectroscopy. Hydrogels were formed from thiol-modified polyaspartamides in mild conditions by oxidizing the thiol groups of the polymer. The structure of hydrogels was evaluated by SEM images and hydrogels had porous structure for fertilizer encapsulation and release. The stability of hydrogels varied according to pH media and gels were stable for more than 2 weeks in an acidic environment. Alkali pH increased the dissolution of the gels due to the disruption of disulfide bonds. Results confirm that polyaspartamide-based hydrogels can be effective in fertilizer encapsulation and release studies and should be investigated in more detail for application in fertilizer delivery.

Conclusion

The structure and composition of polyaspartamide-based hydrogels can be altered to manage the kinetics of nutrient release. In addition to increasing crop yields, this method regulates the total amount of fertilizer used, avoiding nutrient waste and environmental contamination caused by excessive fertilization. Slow release of fertilizers with the aid of smart and biodegradable hydrogels additionally offers reducing labor and materials costs compared to conventional fertilizer application methods. By providing control of gradual release and moisture retention properties, smart hydrogels offer improved nutrient supply, enhanced crop yield, and quality.

Several challenges still exist in the field of smart hydrogels, despite significant advancements. Future research will involve advanced sensing technologies to dynamically adjust release rates based on real-time plant, weather, and soil data. Furthermore, cost-effectiveness and scalability must be carefully considered before these sophisticated hydrogels are commercialized. The commercialization of polyaspartamide-based hydrogels will require a thorough cost analysis to demonstrate their economic advantage over conventional fertilizers in terms of both short-term and long-term benefits

Keywords: *fertilizer delivery, hydrogels, fertilizer encapsulation, biodegradable hydrogels, controlled release of fertilizers*

References

1. Adelnia, H., Blakey, I., Little, P. J., & Ta, H. T. (2019). Hydrogels Based on Poly(aspartic acid):

Synthesis and Applications. *Frontiers in Chemistry*, 755-769.
2. Gyarmati, B., Mészár, E. Z., Kiss, L., Deli, M. A., László, K., & Szilágyi, A. (2015). Supermacroporous chemically cross-linked poly(aspartic acid) hydrogels. *Acta Biomaterialia*, 32-38.
3. Gyarmati, B., Némethya, Á., & Szilágyi, A. (2014). Reversible response of poly(aspartic acid) hydrogels to external redox and pH stimuli. *RSC Advances*, 8764-8771.
4. Hafidi, Y., Hatka, H. E., Schmitz, D., Krauss, M., Pettrak, J., Biel, M., & Ittobane, N. (2024). Sustainable Soil Additives for Water and Micronutrient Supply: Swelling and Chelating Properties of Polyaspartic Acid Hydrogels Utilizing Newly Developed Crosslinkers. *Gels*, 170-190.
5. Li, Z., & Zhang, M. (2023). Progress in the Preparation of Stimulus-Responsive Cellulose Hydrogels and Their Application in Slow-Release Fertilizers. *Polymers*, 3643-3671.
6. Rahman, K. M., & Zhang, D. (2018). Effects of Fertilizer Broadcasting on the Excessive Use of Inorganic Fertilizers and Environmental Sustainability. *Sustainability*, 759-774.
7. Rahman, K. Z., & Zhang, D. (2018). Effects of Fertilizer Broadcasting on the Excessive Use of Inorganic Fertilizers and Environmental Sustainability. *Sustainability*, 759-774.
8. Yang, Y., Liang, Z., Zhang, R., Zhou, S., Yang, H., Chen, Y., . . . Yu, D. (2024). Research Advances in Superabsorbent Polymers. *Polymers*, 501-528.

Gübrələrin yavaş buraxılması məqsədilə ağıllı hidrogellərin tətbiqi

Aysel Məmmədova PhD[1],Sevinc Mollayeva[2],Lala Qurbanlı[3],Arzu Əsədzadə[4]
[1]Müxbir müəllif, baş müəllim, Bakı Ali Neft Məktəbi, Bakı, Azərbaycan, aysel.mammadova@bhos.edu.az
[2]IV kurs Kimya mühəndisliyi ixtisası tələbəsi, Bakı Ali Neft Məktəbi, Bakı, Azərbaycan, sevinj.mollayeva.std@bhos.edu.az
[3]IV kurs Kimya mühəndisliyi ixtisası tələbəsi, Bakı Ali Neft Məktəbi, Bakı, Azərbaycan, lala.gurbanli.std@bhos.edu.az
[4]IV kurs Kimya mühəndisliyi ixtisası tələbəsi, Bakı Ali Neft Məktəbi, Bakı, Azərbaycan, arzu.asadzade.std@bhos.edu.az

XÜLASƏ

Gübrələrin həddindən artıq istifadəsi kənd təsərrüfatında ciddi narahatlıq doğuran məsələlərdən biridir. 2005-ci il üzrə Milli Gübrə Tövsiyə Bələdçisinə əsasən, fermerlər orta hesabla karbamidi (ureanı) normadan artıq tətbiq edir və son 30 il ərzində gübrə istifadəsi 400% artmışdır (Rahman & Zhang, 2018, s. 759–774). Bəzi inkişaf etməkdə olan ölkələrin fermerləri isə davamlı innovativ təlimlərin çatışmazlığı səbəbindən gübrələrdən qeyri-effektiv və məsuliyyətsiz şəkildə istifadə edirlər. Nəticədə, yüksək dozada gübrələmə torpaqda azot (N) və fosforun (P) tükənməsinə səbəb olur. Gübrələrin həddindən artıq tətbiqi və əlverişsiz iqlim şəraiti torpaq və səth sularının çirklənməsinə gətirib çıxara bilər.Su qıtlığı və kənd təsərrüfatında gübrələrdən normadan artıq istifadə nəticəsində yaranan problemlərin kəskinləşdiyini nəzərə alaraq, bu istiqamətdə yeni material və metodların sintezi və tədqiqi olduqca vacibdir. Bu məqsədlə diqqət mərkəzində olan əsas sahələrdən biri torpağa nəmləndirici maddələrin tənzimlənmiş və yavaş buraxılması üçün nəzərdə tutulmuş superabsorbsiyalı polimerlərin (SAP-lar) hazırlanması olmuşdur (Yang və digərləri, 2024, s. 501–528). Hal-hazırda gübrələrin tədricən buraxılması üçün mövcud olan hidrogellərin əksəriyyəti məhdud biodeqradasiya qabiliyyətinə malik poliakril turşusu (PAA) əsasında sintez olunur (Hafidi və digərləri, 2024, s. 170–190). PAA əsaslı hidrogellər yüksək idarəolunma qabiliyyətinə malik olsa da, davamlılıq baxımından daha uyğun materiallara ehtiyac vardır. Bu səbəbdən, davamlılıq və effektiv performansı nəzərə alaraq, yeni materialların yaradılması istiqamətində əlavə tədqiqatlara ehtiyac duyulur. Bu kontekstdə, polisaxarid əsaslı

materiallara alternativ olan poliamin-tərkibli turşu polimerləri biodeqradasiya və ekoloji dayanıqlılıq baxımından daha perspektivli hesab olunur (Hafidi və digərləri, 2024, s. 170–190). PAA əsaslı materiallara bənzər struktura malik olan bu poliamin əsaslı hidrogellər də su və sulu məhlulları effektiv şəkildə kapsullaşdırmaq qabiliyyətinə malikdir.Bu tədqiqat çərçivəsində gübrələrin tədricən buraxılması məqsədilə istifadə potensialına malik biodeqradasiya olunan poliamin əsaslı poliaspartamid (PASP) hidrogelləri hazırlanmışdır. PASP-in əsas zəncirində proteinə bənzər amid rabitələri, hər monomerdə isə yan qrup kimi karboksil turşusu qrupları mövcuddur (Adelnia, Blakey, Little & Ta, 2019, s. 755–769). Bu proteinə-bənzər amid rabitələri poliamino turşularını biodeqradasiyaya uğrayan hala gətirir və onların ömrü mühitdən asılı olaraq – temperatur, təzyiq, rütubət, pH və torpağın duzluluğu kimi amillərə əsasən – bir neçə gündən bir aya qədər dəyişə bilər (Li & Zhang, 2023, s. 3643–3671). Bundan əlavə, PASP-in strukturuna müxtəlif yan qruplar əlavə edilməklə sintez olunan hidrogellərin mexaniki və deqradasiya xüsusiyyətlərini tənzimləmək mümkündür (Gyarmati, Némethya & Szilágyi, 2014, s. 8764–8771). Beləliklə, bu hidrogellərə qida maddələri asanlıqla daxil edilə bilər və onlar gübrələrin tədricən buraxılması üçün "ağıllı" daşıyıcı sistemlər kimi çıxış edərək, mövcud gübrələmə üsulları ilə bağlı bir sıra problemlərin aradan qaldırılmasına xidmət edə bilər.

Açar sözlər:*Gübrələrin daşınması, hidrogellər, gübrələrin kapsullaşdırılması, biodeqradasiya olunan hidrogellər, gübrələrin tənzimlənmiş buraxılması*

Применение умных гидрогелей для медленного высвобождения удобрений

Айсель Маммедова, PhD[1], Севиндж Моллаева[2], Лала Курбанлы[3], Арзу Асадзаде[4]

[1]Корреспондирующий автор, старший преподаватель, Бакинская высшая нефтяная школа, Баку, Азербайджан,aysel.mammadova@bhos.edu.az

[2]Студент 4 курса специальности «Химическая инженерия», Бакинская высшая нефтяная школа, Баку, Азербайджан,sevinj.mollayeva.std@bhos.edu.az

[3]Студент 4 курса специальности «Химическая инженерия», Бакинская высшая нефтяная школа, Баку, Азербайджан,lala.gurbanli.std@bhos.edu.az

[4]Студент 4 курса специальности «Химическая инженерия», Бакинская высшая нефтяная школа, Баку, Азербайджан, arzu.asadzade.std@bhos.edu.az

Аннотация

Чрезмерное потребление удобрений стало одной из главных проблем сельского хозяйства. Согласно Руководству по национальным рекомендациям по удобрениям 2005 года, в среднем фермеры избыточно используют мочевину, и потребление удобрений возросло на 400% за последние 30 лет (Rahman & Zhang, 2018, с. 759–774). Фермеры в некоторых развивающихся странах применяют удобрения чрезмерно и безответственно из-за недостатка непрерывного обучения инновациям. В свою очередь, высокие дозы удобрений приводят к истощению азота (N) и фосфора (P). Чрезмерное использование удобрений и неблагоприятные климатические условия могут загрязнять почву и поверхностные воды.Учитывая усиливающиеся проблемы, связанные с нехваткой воды и чрезмерным использованием удобрений в сельском хозяйстве, крайне важно сосредоточить усилия на исследованиях и синтезе новых материалов и методов для этих целей. Одной из ключевых задач является разработка суперабсорбирующих полимеров (SAP), которые предназначены для медленного и регулируемого высвобождения водных растворов в почву (Yang и др., 2024, с. 501–528). Большинство доступных гидрогелей для доставки удобрений синтезируются на основе полиакриловой кислоты (PAA), несмотря на то, что она ограниченно биодеградируема (Hafidi и др., 2024, с. 170–190). Несмотря на то, что

гидрогели на основе PAA показывают оптимальную производительность при точном контроле, для обеспечения устойчивости и высокой эффективности необходимо разработать новые материалы. В то же время, полиааминовая кислотная полимерная альтернатива полисахаридным полимерам предлагает более высокие перспективы с точки зрения биодеградируемости и устойчивости (Hafidi и др., 2024, с. 170–190). Обеспечив кросс-связанную сеть, аналогичную гидрогелям на основе PAA, гидрогели на основе полиаминов могут также инкапсулировать большие количества воды и водных растворов благодаря аналогичной структуре.В этом исследовании были подготовлены биодеградируемые полиаминовые полиаспартамидные гидрогели (PASP) с потенциалом использования в качестве транспортных средств для доставки удобрений. PASP имеет амидные связи, схожие с белковыми, в своем остове, а также карбоксильную группу в подвесной группе каждого мономера (Adelnia, Blakey, Little, & Ta, 2019, с. 755–769). Белковоподобные амидные связи делают полиамино кислоту биодеградируемой, и она может сохраняться от нескольких дней до одного месяца в зависимости от условий окружающей среды, таких как температура, давление, влажность, pH и соленость почвы (Li & Zhang, 2023, с. 3643–3671). Более того, PASP можно модифицировать различными боковыми группами для получения желаемых свойств, чтобы контролировать деградацию и механические свойства синтезированных гидрогелей (Gyarmati, Némethya & Szilágyi, 2014, с. 8764–8771). Таким образом, питательные вещества могут быть легко инкапсулированы в эти гидрогели, и они могут служить умными системами доставки удобрений, решая несколько проблем, связанных с текущими методами доставки удобрений.

Ключевые слова: *Транспортировка удобрений,гидрогели,капсулирование удобрений, биодеградируемые гидрогели, контролируемое высвобождение удобрений*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1322

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД В ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ НАХЧЫВАНСКОЙ АВТОНОМНОЙ РЕСПУБЛИКИ

Алиаддин Аббасов[1], Физза Мамедова[2], Шамиль Махмудов[3], Бехруз Мамедов[4]

[1,3,4]Нахчыванский Государственный Университет, Азербайджан (Нахчыван)
[2] Государственное Агентство по Науке и Образованию Азербайджанской Республики, Институт Природных Ресурсов Азербайджан (Нахчыван)
[1] [1]Доктор химических наук, чл.-корр. НАН Азербайджана, преподаватель кафедры химии, ORCID:0009-0004-2085-6209, E-mail:elieddinabbasov@ndu.edu.az,
[2]Кандидат химических наук, доцент, профессор РАЕ, ORCİD: 0009-0001-0255-7190, E-mail:fizze.mammadova@mail.ru
[3]Кандидат химических наук, доцент, ORCİD: 0009-0000-8063-6807, E-mail:shemilmahmudov@ndu.edu.az
[4]Кандидат педагогических. наук, доцент, ORCİD: 0009-0001-9685-8760, E-mail:behruzmemmedov@ndu.edu.az

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются экологические и гидрохимические проблемы минеральных вод автономной республики – закономерности распространения и формирования пресных минеральных и термальных вод. На территории автономной республики отмечается закономерное распределение минеральных источников, большинство которых относятся по составу к углекислым гидрокарбонатным, магниево-кальциевым по составу с широким спектром лечебных свойств. В данной работе рассматриваются подходы, методы изучения пресных минеральных и термальных источников, приводятся экологические характеристики их современного состояния. Подземные воды значительно превосходят по качеству поверхностные воды и гораздо лучше защищены от загрязнения, содержат микро- и макроэлементы, необходимые для организма человека, не требуют дорогостоящей очистки. Именно этим определяется их значимость как важнейшего источника питьевого водоснабжения, то есть обеспечения водой человека как биологического вида. В статье сравнительное исследование региональных экохимических свойств природной питьевой воды и влияние водной среды на здоровье населения по состоянию жизненных факторов комплексно изучено с новой точки зрения.

Ключевые слова: Нахчыванская Автономная Республика, подземные воды, минеральные воды, микро- и макроэлементы, экологические характеристики.

Введение

Известно, что подземные воды, насыщая осадочный покров, создают гранитные и осадочные слои в породах, а также в верхних слоях мантии. Физико-химические свойства образующихся водоносных комплексов оказывают существенное влияние на образование микроэлементов в подземных водах [1, 2]. Интенсивное образование минеральных вод в Нахчыванской Автономной Республике, обусловлено наличием сложных гидрогеологических условий в этом регионе. Генезис полезных ископаемых в автономной республике, в которой имеются различные источники минеральных вод, объем, а также состав водного слоя в разных геологических периодах, сыграли решающую роль в образовании минеральных вод и формировании микроэлементных составов. В зависимости от своего химического состава подземные воды могут использоваться в различных целях: питьевых, хозяйственных, лечебных, промышленных (как сырье для извлечения ценных

компонентов).

Нахчыванская Автономная Республика обладает самыми богатыми в мире минеральными водными ресурсами. 60% запасов минеральной воды в Азербайджане приходится на долю автономной республики. Более 250 источников минеральной воды были зарегистрированы на площади 5,5 тыс. км^2 автономной республики. Установлено, что эти воды образуются в результате тектонических процессов в крупных речных долинах, в старых отложениях глубоких земных слоев. К ним относятся Восточный Арпачай, Нахчыванчай, Гиланчай, Алинджачай, Ордубадчай, Курудара и долины реки Айлис. Минеральные воды, образующиеся в определенной физико-геохимической среде, движутся вдоль трещин и выпуклостей верхних слоев земной коры, и обогащаются различными микрокомпонентами окружающих пород [3, 4]. История геологического развития территории играет ключевую роль в образовании минеральных вод и формировании их химического состава. Этот процесс связан с генезисом полезных ископаемых в автономной республике, объемом, составом и температурой покрывающего их водного слоя в течение длительного геологического периода. В зависимости от химического состава они бывают различных типов, и используются в питьевом водоснабжении, в лечебных целях и в промышленности [5, 6, 9]. Большое значение в естественном образовании вод в регионе имеет рельеф, речная сеть, геологическая среда и климат. Лечебные воды автономной республики выходят из различных старых отложений с различным составом, и это определяет их химические и бальнеологические свойства [7]. Гидрохимическая экологическая функция подземной гидросферы показывает ее способность влиять на состояние бионты и человека, в зависимости от химического состава подземных вод, формирующегося под влиянием природных и техногенных факторов [8].

Материалы и методы

Объектами исследования являются минеральные и термальные воды Нахчыванской Автономной Республики. Отбор проб минеральных вод проводился авторами во время полевых маршрутов в 2018-2024 год в составе научной экспедиции, организованной лабораторией «Гидрогеология и минеральных вод». На месте проб отбора измерялись параметры быстроменяющихся компонентов: температура, удельная электропроводность, Eh, pH при помощи анализатора Water Test Hanna instruments. Вода для анализа макро компонентного состава отбиралась в пластиковую посуду объемом 2 л. Концентрации Cl^-, SO_4^{2-} Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+ были определены методом ионной хроматографии (ICS 1000), концентрации HCO_3^- определялись методом титрования раствором (0,1 моль) HCl, концентрации кремния атомно-абсорбционной спектрометрией [11, 12]. Для всех образцов воды определена степень минерализации, жесткость, количество ионов магния, кальция, сумма натрия и калия, гидрокарбонатов, хлоридов, сульфатов и pH среды. Концентрация указанных компонентов в воде выражена в мг-экв/л и мг/л. Современные методы анализа учитывают наличие элементов, присутствующих в воде в количестве от 10^5 до 10^7 г/л или менее. В это время некоторая часть анализов проводятся непосредственно на станциях водоснабжения (реки, родники, минеральные источники), с помощью подвижных полевых лабораторий, а остальная часть в лабораториях на базе гидрогеохимических партий.

Обсуждение результатов

Минеральные воды в автономной республике относятся к инфильтрационным типам. В результате последующей просадки местности и образования нового слоя горных пород, происходит процесс переполнения существующих подземных вод. Месторождения

минеральных вод Нахчыванской Автономной Республики характеризуются фильтрацией атмосферных вод в зонах разрушения, образованных длительными и сложными гидрогеологическими процессами, и подъемом воды на поверхность земли через трещины. Дарыдаг, Бадамлы, Сираб, Нахаджир, Вайхыр и другие месторождения минеральной воды обнаружены в глубоких разрывных зонах. Изучены и систематизированы основные физико-химические свойства минеральных источников в Нахчыванской Автономной Республике. Распределение источников минеральных вод в автономной республике по регионам показано на рисунке 1.

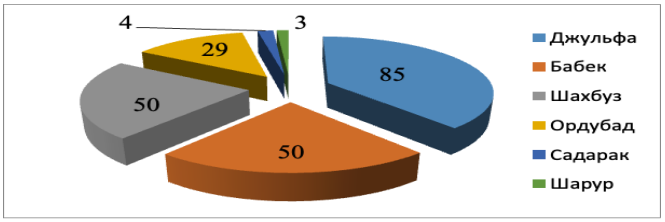


Рисунок 1. Распределение источников минеральных вод по районам:
1-Джульфа, 2-Бабек, 3-Шахбуз, 4-Ордубад, 5-Садарак, 6-Шарур

Как видно из рисунка 1, на территории Джульфинского района выявлены – 85, Шахбузского района – 50, Бабекского района – 50, Ордубадского района – 29, Шарурского и Садаракского районов – 7 минеральных источников. Существуют 6 типов, 16 групп и 33 различных видов этих вод. Подробнее рассмотрим региональное формирование химического состава минеральных вод в автономной республике. Если в воде преобладают гидрокарбонаты и ионы натрия, эти воды относятся к гидрокарбонатно-натриевым водам, например, минеральные воды «Сираб», «Тейваз» и «Нахаджир» относятся к этим типам. К таким типам вод относятся и минеральные воды «Алехли» в Ордубадском районе, «Хави» в Джульфинском районе и «Биченек» в Шахбузском районе. Сочетание одинаковых ионов натрия с ионами гидрокарбоната и хлора выдвигает на первый план новый тип хлорной-гидрокарбонатной-натриевой группировки. К этой группировке относятся минеральные воды «Хошкешин», «Биляв» и «Армудлу». Шахбузская вода «Гирдасар» возникла в результате соединения ионов магния, кальция, гидрокарбоната и сульфата. В эту группу входят шахбузские минеральные воды «Карвансара», «Саласуз», джульфинские «Динге», «Насирваз» и «Кызылванг». Эти воды широко используются при лечении внутренних болезней. Тот, кто посещает источники минеральных вод, становятся свидетелями этих кипящих вод. Вспенивание, разлив и кипение этих вод связан с содержанием в них углекислого газа. Когда воды, насыщенные углекислым газом, выходят на поверхность, то попадают в зону более низкого давления [8, 9]. По этой причине, углекислый газ, как «потерявшийся спутник» летит во вспененной воде. Быстро движущиеся углеродные газы воздействуют на окружающие породы, образуя гидрокарбонаты натрия, кальция и магния. Поэтому свое существование, воды «Сираб», «Бадамлы», «Арафса» и «Гюлистан» обязаны этому газу. Если по какой-либо причине углекислый газ истощается в подземных хранилищах, тогда минеральные воды теряют свои целебные свойства. Этот газ, придающий приятный вкус и газированность воде, также необходим для стабилизации химического состава минеральных напитков. Вот почему выпушенная в продажу вода газируется. Это помогает поддерживать долгосрочное сохранение целебных свойств минеральной воды. Углекислый газ является незаменимым спутником большинства

минеральных вод в автономной республике. Углекисло-газовая минеральная вода «Сираб», содержащая перечисленные микрокомпоненты, эффективно воздействует на воспаление пищеварительных органов, хронический гастрит, колит, язву желудка и двенадцатиперстной кишки, печень, желчный пузырь и другие заболевания.

Установка элементов мышьяковой подгруппы в термальной воде Дарыдага проводилась атомно-абсорбционным и экстракционно-фотометрическими методами, получены авторское свидетельство и патент. Комплексное исследование источников минеральных вод на территории Нахчыванской Автономной Республики, позволяет с одной стороны провести их классификацию, а с другой сравнительную характеристику по районам. Физические и химические характеристики источников минеральных вод в районах приведены в таблице 1.

Таблица 1. Физико-химическая характеристика некоторых минеральных источников в автономной республике

Минеральные источники	**Химический состав**	**T, ^{0}C**	**M**	**pH**	**Дебит m^3/сут.**
Биляв	$CO_2\,1{,}5\,\frac{HCO_3\,75\ SO_4\,14}{(Na+K)51Ca\,32}$	18,5	2,0	5,9	20,0
Бист	$CO_2\,1{,}1\,\frac{HCO_3 76\ \ SO_4\,14}{Ca\,61\ Mg\,33}$	18	3,9	5,6	35
Даста	$CO_2\,0{,}7\,\frac{HCO_3\,61\ SO_4\,32}{Ca\,61(Na+K)21\ Mg\,18}$	18	1,4	6,5	15
Алахли	$CO_2\,1{,}3\,\frac{HCO_3 79\ \ SO_4\,12}{(Na+K)38\ Ca\,33\ Mg\,28}$	13,5	3,6	6,1	21
Гянза	$CO_2\,0{,}22\,\frac{HCO_3 53\ \ SO_4\,30\ Cl\,17}{(Na+K)41\ Mg38\ Ca21}$	15	5,6	7,5	160
Килит	$CO_2\,0{,}7\,\frac{HCO_3 87}{Ca\,60\ Mg\,30}$	16	2,2	6,5	20
Котам	$CO_2\,1{,}0\,\frac{HCO_3 91}{Ca\,85(Na+K)10}$	15	1,8	7,7	25
Назирвазz	$CO_2\,1{,}4\,\frac{HCO_3 68\ SO_4\,21}{(Na+K)36Ca\,35\ Mg\,29}$	15	1,5	6,2	330
Нуснус	$CO_2\,0{,}8\,\frac{HCO_3 87\ \ SO_4\,10}{Ca\,81\ Mg\,17}$	12	0,6	6,2	100
Парага	$CO_2\,1{,}8\,\frac{SO_4\,85\ HCO_3 13}{Ca\,77\ Mg\,20}$	13	1,7	6,5	90
Башкенд	$CO_2\,1{,}5\,\frac{HCO_3 85\ SO_4\,11}{Ca\,49\ (Na+K)26Mg25}$	16	2,0	7,3	16
Дарыдаг	As 22mг/л $CO_2\,0{,}8\,\frac{HCO_3 29\ Cl\,64}{(Na+K)93}$	50	22,0	6,6	4507
Дерелик	$CO_2\,1{,}3\,\frac{HCO_3 72\ \ Cl18}{Ca\,37\ Mg\,25(Na+K)38}$	20	3,6	6,4	150
Дерешам	$CO_2\,1{,}3\,\frac{HCO_3 62\ SO420\ Cl19}{Ca\,47\ Mg\,29(Na+K)24}$	22	2,5	6,6	200
Динге	$CO_2\,0{,}7\,\frac{HCO_3 72\ SO425}{Mg39Ca\,33\ (Na+K)28}$	17	1,2	6,3	15
Арафса	$CO_2\,1{,}3\,\frac{HCO_3 87}{(Na+K)58\ Ca\,22\ Mg\,21}$	14,5	4,3	6,3	25
Гюлустан	$CO_2\,2{,}0\frac{HCO_3 71\ Cl16}{(Na+K)38\ Ca\,37\ Mg\,25}$	21`	3,4	6,4	250

Гави	$CO_2\,1{,}7\,\frac{HCO_3\,79\ c}{Ca\,42\ (Na+K)38Mg18}$	12	2,0	6,6	70

В минеральных водах региона содержатся также бор, стронций, барий, сурьма, висмут и т.д. В глубоких слоевых водах их количество составляет 10-100 мг/л. Количество тяжелых металлов в воде изменяется от 100 мг до 1000 мг. Однако в богатых рудными месторождениями регионах (Ордубадский район) содержание тяжелых металлов резко возрастает.

Источники радоновых минеральных вод образуются в природе в результате расщепления радиоактивных элементов в геологическом периоде [7]. Наиболее близким продуктом расщепления урана и других радиоактивных элементов должен являться гипотетический щелочной металл - франций и тяжелый газ - радон. К расщепленным материалам относится и свинец. Известно, что радоновые источники наблюдаются в метасоматических гранитных регионах с радиоактивными элементами. По сравнению с самим радоном, в живых организмах собирается все больше продуктов распада. Поэтому он занимает особое место в арсенале санаторно-курортного и физиотерапевтического лечения. Радон, растворимый в ультра-микроколичестве, положительно влияет на центральную нервную систему. Установлено, что роль радона-222 в этом лечении очень мала. От него только отделяются альфа-частицы, подавляющее большинство которых задерживаются минеральными водами, и эти излучения не действуют на кожу. Наоборот, воздействие продуктов распада радона на организм продолжается и после завершения лечебной процедуры. Радоновые ванны эффективно действуют на сердечно-сосудистые заболевания, заболевания кожи и нервной системы. Иногда радоновые минеральные воды также принимаются внутрь для лечения пищеварительных органов. Грязь с небольшим количеством радона и воздух, насыщенный им, оказывает эффективное влияние на дыхание. Но эти воды следует принимать в очень точной дозе, под наблюдением врача. Минеральная вода Дерелик на территории Джульфинского района и минеральная вода Асхаби-Кахф в Бабекском районе богаты радоном. Эти воды положительно влияют на лечение нервных, сердечно-сосудистых и ревматических заболеваний. Ревматическим больным эти воды положительно влияют при принятии внутрь в малой дозе и в виде ванн, по назначению врача.

Химический анализ вод района показывает, что микроэлементы мышьяк, йод, медь, сурьма, стронций, висмут в составе минеральной воды «Сираб» усиливают ее фармакологическое влияние. Как сильный микрокомпонент, мышьяк повышает бальнеологическую активность воды и помогает лечить внутренние болезни. Углекисло газовая минеральная вода «Сираб», содержащая перечисленные микрокомпоненты, эффективно воздействует на воспаление пищеварительных органов, хронический гастрит, колит, язву желудка и двенадцатиперстной кишки, печень, желчный пузырь и другие заболевания. Подземные воды значительно превосходят по качеству поверхностные воды и гораздо лучше защищены от загрязнения, содержат микро- и макроэлементы, необходимые для организма человека, не требуют дорогостоящей очистки. Именно этим определяется их значимость как важнейшего источника питьевого водоснабжения, то есть обеспечения водой человека как биологического вида [13, 14, 15].

Выводы

Таким образом, минеральные воды, выносящие все положительные качества

подземных пород на поверхность земли, и щедро предоставляющие нам наши привилегии, являются шедеврами, созданными родной природой. Природа одарила большой частью этого природного богатства именно наш край. Необходимо использовать целебную минеральную воду, образовавшуюся при загадочном сочетании ионов, и заменяющую десятки лекарственных препаратов. Под ногами у нас плещется гигантский кипящий океан подземных вод. Однако минеральные воды этого загадочного океана, которые выходят на поверхность, в силе не только излечить людей, но и обеспечить их геотермальной энергией. Эти воды также являются источником сырья для ряда полезных компонентов. Сегодня продолжается путешествие в кипящий океан, который находится в недрах Земли, и дает нам бодрость, здоровье, энергию и много ценных компонентов.

Результаты исследования подтверждают взаимосвязь элементного состава минеральной воды и элементного дисбаланса организма человека. Систематическое изучение гидрогеохимических свойств минеральных водных источников в автономной республике создает благоприятные условия для диагностики их ресурсного потенциала, с другой стороны, позволяет более эффективно использовать эти воды для различных целей (бальнеология, промышленность) и их применение в различных сферах народного хозяйства.

Список литературы

1. Аббасов А., Мамедова Ф., Гейдарова Ф. Геохимия и особенности распространения природных вод в Нахчыванской Автономной Республике. Нахчыван, 2015. 286 с. DOI: 10.36719/2707-1146/21/42-49
2. Бабаев А.М. Минеральные воды Азербайджана. Баку, Чашыоглы, 2000, 384 с.
3. Бандурин, В. А. Исследование состояния и использования водных ресурсов как проблемы взаимодействия общества и природы // Вестник Донского государственного аграрного университета, 2014, № 4-2(14), С. 84–93. http://elibrary.ru/item.asp.id.22860327.
4. Каюкова П. Е. Экологические функции подземной гидросферы. Санкт-Петербург, «Экологическая гидрогеология», 2022, 21 с.
5. Костарев С.В. Комплексный подход как компонент культуры управления водными ресурсами // Омский научный вестник, 2014, № 4(131), с. 174–180.
6. Логинова В.А., Полух С.П. Гидроэкология. Минск: БГУ, 2011, 300 с.
7. Мамедова Ф.С., Аббасов А.Д., Гаджиева Г.С. Подземные водные ресурсы Нахчыванской Автоноиной Республики. Нахчыван, "Аджеми", 2021, 346 с.
8. Мередов Е.Н., Нармамедова Р.Ш., Хамраев А.В. Экологическая химия: стратегии и инновации для сохранения окружающей среды. Международный научный журнал «Вестник науки», 2024, №3 (72), том 2, с. 378-382
9. Назаров А.А. Долголетие без болезней. Минеральные воды на страже здоровья. М.: Открытое Решение, 2008, 152 с.
10. Неумывакин И. П. Вода – жизнь и здоровье: мифы и реальность. Изд.: Диля, 2015,128 с.
11. Пономарева В.Д., Иванов Л.И. Практикум по аналитической химии. М.: Высшая Школа, 1983, 271с.
12. Фритц Дж., Щенк Г. Количественный анализ. М.: Мир, 1978, 557 с.
13. Яковенко, Н. В. Геоэкологический подход к сохранению и использованию водных ресурсов вододефицитных регионов. Н. В. Яковенко, И. Н. Алферов // Современные проблемы науки и образования, 2014, № 6, С. 1687. http://elibrary.ru/item.asp.id.22879028.
14. Todd, D. K. Ground water Hydrology / D. K. Todd, L. W. Mays.-3rd ed. New Jersey: Wiley, 2005, 656 p.

15. Abbasov V.M., Qurbanov S.H., Əskərov V.E., Yusibov Y.Ə., Hacıyeva S.R., Əzizov R.E., Qasımov E.E., Əmirli F.Ə., Məmmədxanova S.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Ü.V., Məmmədli E.M. Qlobal ekoloji problemlər: səbəblər, həlli yolları, "yaşıl" enerji. Bakı: "Elm", 2024, - 606 s.

Naxçıvan Muxtar Respublikasındakı mineral suların əhalinin həyatında ekoloji rolu

Əliəddin Abbasov[1], Fizə Məmmədova[2], Şamil Mahmudov[3], Bəhruz Məmmədov[4]
[134]Naxçıvan Dövlət Universiteti, Azərbaycan (Naxçıvan)
[2]Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi, Təbiət Ehtiyatları İnstitutu, Azərbaycan (Naxçıvan)
[1] Kimya elmləri doktoru, AMEA-nın müxbir üzvü, kimya kafedrasının müəllimi, ORCID: 0009-0004-2085-6209, E-mail: elieddinabbasov@ndu.edu.az
[2] Kimya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent, RAE-nin professoru, ORCID: 0009-0001-0255-7190, E-mail: fizze.mammadova@mail.ru
[3] Kimya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent, ORCID: 0009-0000-8063-6807, E-mail: shemilmahmudov@ndu.edu.az
[4] Pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent, ORCID: 0009-0001-9685-8760, E-mail: behruzmemmedov@ndu.edu.az

XÜLASƏ
Məqalədə muxtar respublikanın mineral sularına dair ekoloji və hidrokimyəvi problemlər – şirin mineral və termal suların yayılma və formalaşma qanunauyğunluqları araşdırılır. Muxtar respublika ərazisində mineral bulaqların qanunauyğun paylanması müşahidə olunur, onların əksəriyyəti tərkibinə görə karbonatlı, maqneziumlu-kalsiumlu hidrokarbonat tərkiblidir və geniş müalicəvi xüsusiyyətlərə malikdir. Bu işdə şirin mineral və termal bulaqların öyrənilməsi üzrə yanaşmalar, metodlar, onların müasir vəziyyətinin ekoloji xüsusiyyətləri təqdim olunur. Yeraltı sular keyfiyyət baxımından yerüstü sulardan xeyli üstündür, çirklənmədən daha yaxşı qorunur, insan orqanizmi üçün zəruri olan mikro və makroelementləri ehtiva edir, baha başa gələn təmizləmə tələb etmir. Məhz bu amillər yeraltı suların içməli su təchizatında – yəni insanın bir bioloji növ kimi su ilə təmin olunmasında mühüm mənbə kimi əhəmiyyətini müəyyən edir. Məqalədə regionun təbii içməli sularının ekokimyəvi xüsusiyyətləri və su mühitinin əhalinin sağlamlığına təsiri həyat faktorlarının vəziyyəti baxımından yeni yanaşma ilə kompleks şəkildə təhlil olunur.

Açar sözlər: Naxçıvan Muxtar Respublikası, yeraltı sular, mineral sular, mikro və makroelementlər, ekoloji xüsusiyyətlər.

ECOLOGICAL ROLE OF MINERAL WATER IN THE LIFE OF THE POPULATION OF NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC

Aliaddin Abbasov[1], Fiza Mammadova[2], Shamil Mahmudov[3], Bahruz Mammadov[4]
1,3,4 Nakhchivan State University, Azerbaijan, Nakhchivan
2 Institute Natural Resources of State Agency Science and Education of Azerbaijan Republic, Azerbaijan, Nakhchivan
1 Doctor of Chemical Sciences,, ORCID:0009-0004-2085-6209, E-mail:elieddinabbasov@ndu.edu.az,
2 Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Professor of the RAE, ORCİD: 0009-0001-0255-7190, E-mail:fizze.mammadova@mail.ru
3 Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, ORCİD: 0009-0000-8063-6807, E-mail:shemilmahmudov@ndu.edu.az
4 Candidate of Pedaqoqical Sciences, Associate Professor, ORCİD: 0009-0001-9685-8760, E-mail:behruzmemmedov@ndu.edu.az

ABSTRACT
The article examines the ecological and hydrochemical problems of mineral waters of the autonomous republic - the patterns of distribution and formation of fresh mineral and thermal waters. On the territory of the autonomous republic, there is a regular distribution of mineral springs, most of which are carbonic hydro carbonate, magnesium-calcium in composition with a wide range of medicinal properties. This paper examines approaches and methods for studying fresh mineral and thermal springs, and provides environmental characteristics of their current state. Underground waters are significantly superior in quality to surface waters and are much better protected from pollution, contain micro- and macro elements necessary for the human body, and do not require expensive purification. This is what determines their importance as the most important source of drinking water supply, that is, providing water to humans as a biological species. In the article, a comparative study of regional eco-chemical properties of natural drinking water and the impact of the aquatic environment on public health in terms of life factors is comprehensively studied from a new perspective.

Keywords: Nakhchivan Autonomous Republic, groundwater, mineral waters, micro- and macro elements, environmental characteristics.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1330

SECONDARY UTİLİZATİON OF CHEESE WHEY AND ITS APPLİCATİON FİELDS: BİOTECHNOLOGİCAL AND ENVİRONMENTAL APPROACHES

Tarana Aghayeva, Musayeva Shuriyya

Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan

[1] http://orcid.org/0009-0001-0329-5137

Abstract

Cheese whey is a major by-product of the dairy industry, containing substantial amounts of lactose, whey proteins, vitamins, and minerals. With the continuous growth in cheese production worldwide, large quantities of whey are generated, presenting both environmental challenges and economic opportunities. This study explores the secondary utilization of cheese whey through various biotechnological and physicochemical methods. These include membrane filtration, microbial fermentation, enzymatic hydrolysis, and spray drying. Results show that whey can be converted into value-added products such as bioactive peptides, probiotic beverages, biodegradable plastics, and agricultural fertilizers. In particular, whey proteins are highly applicable in sports nutrition and functional food industries, while fermented whey serves as a base for probiotic drinks. Additionally, lactose can be used in microbial culture media or for bioethanol production. The application of ultrafiltration allowed the concentration of more than 80% of the protein fraction. Fermentation using Lactobacillus acidophilus and Streptococcus thermophilus demonstrated promising probiotic activity. Furthermore, spray-dried whey was successfully incorporated into biodegradable plastic prototypes. This study highlights the importance of integrating environmental protection with industrial innovation, emphasizing whey as a valuable raw material within the circular bioeconomy. Future directions include energy production from whey (biogas), development of novel bio-products, and optimization of low-cost processing technologies.

Key words: *Cheese whey, waste valorization, biotechnology, functional food, membrane technologies, sustainability.*

Introduction

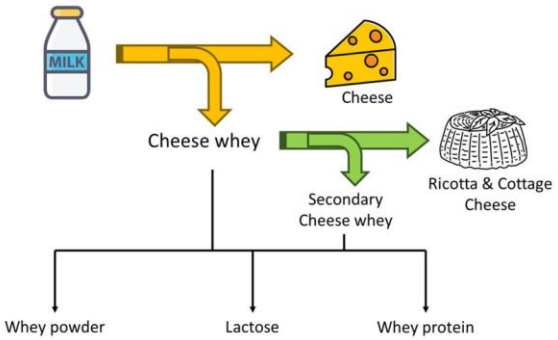
Cheese whey, the aqueous by-product obtained during the coagulation of milk in cheese production, constitutes approximately 85–90% of the original milk volume and contains nearly 55% of its nutrients. It is generated in significant quantities globally, with an estimated 160 million tonnes of whey produced annually [1-2]. The typical composition of cheese whey includes about 4.5–5.0% lactose, 0.6–0.8% whey proteins, 0.5–0.6% minerals, trace amounts of fat (0.05–0.5%), and considerable amounts of water-soluble vitamins, notably from the B-complex and vitamin C groups [Gupta & Rodriguez-Couto, 2018].

The two main types of whey—sweet whey (from rennet-coagulated cheese) and acid whey (from acid-coagulated cheese like cottage cheese)—differ slightly in pH and composition. Despite their variations, both types are rich in bioavailable nutrients, particularly lactose and highly digestible proteins such as β-lactoglobulin, α-lactalbumin, immunoglobulins, serum albumin, and lactoferrin, which possess functional and bioactive properties. Due to its high organic load, cheese whey has a biological oxygen demand (BOD) between 30,000 to 60,000 mg/L, making it one of the most polluting agro-industrial effluents if released untreated into the environment [3].

Historically, cheese whey was considered a low-value by-product and often discarded or

used solely as animal feed or fertilizer. However, environmental regulations and the growing emphasis on sustainable production systems have shifted the perception of whey from waste to a valuable secondary raw material. The concept of waste valorization, aligned with green chemistry principles and circular economy models, has driven scientific and industrial interest in transforming cheese whey into value-added products.

Modern processing technologies such as membrane separation (ultrafiltration, nanofiltration), enzymatic hydrolysis, microbial fermentation, and drying techniques have enabled the extraction and concentration of whey components for applications in food, pharmaceutical, cosmetic, agricultural, and bioenergy sectors [4]. Notably, whey protein concentrates (WPCs) and isolates (WPIs) are widely utilized in sports nutrition and medical foods due to their excellent amino acid profiles and fast digestibility. Similarly, the lactose fraction can serve as a substrate for the production of bioethanol, lactic acid, and galacto-oligosaccharides (GOS) through microbial biotransformation.



In addition to nutritional applications, cheese whey is gaining traction as a raw material for biodegradable plastics, probiotic beverages, enzyme production, and biogas generation. These innovative pathways not only reduce the environmental burden of dairy effluents but also contribute to resource efficiency and economic resilience within the dairy industry.

Given the increasing global emphasis on zero-waste production, the utilization of cheese whey is both an environmental necessity and an economic opportunity. This paper aims to review the chemical characteristics of cheese whey, evaluate its processing and valorization techniques, and highlight the potential application areas, with a particular focus on sustainability, biotechnology, and industrial integration.

Materials and Methods

Sample Collection and Characterization

Approximately 20 liters of sweet whey were collected immediately after cheese curd separation. The samples were transported to the laboratory in sterilized stainless-steel containers and stored at 4 ± 1°C until further analysis (within 24 hours to prevent microbial spoilage).

Physicochemical characterization of the raw whey was conducted following AOAC Official Methods (2016). The parameters analyzed included:

pH: Measured using a digital pH meter (Hanna Instruments HI2211).

Lactose content: Determined using the Lane-Eynon titration method.

Protein content: Quantified by the Kjeldahl method using a nitrogen conversion factor of 6.38.

Mineral content (Ca, P, Mg, K): Assessed by Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) after wet digestion.

Total solids and moisture: Determined gravimetrically using a hot air oven at 105°C

Titratable acidity: Measured as a percentage of lactic acid.
Each parameter was measured in triplicate to ensure reproducibility. The initial composition of whey was used to guide downstream processing decisions.

Membrane Processing

To fractionate and concentrate the valuable components of whey, a pilot-scale membrane filtration system was employed. The system included both ultrafiltration (UF) and nanofiltration (NF) modules with polyethersulfone (PES) spiral-wound membranes:
Ultrafiltration (cut-off: 10 kDa): Used to retain whey proteins while allowing lactose and minerals to pass through. Operated at 4.5 bar, 20°C, with a flow rate of 2.0 L/min.
Nanofiltration (cut-off: ~300 Da): Applied to concentrate lactose from the UF permeate stream, further reducing volume and recovering low molecular weight solutes.
Before filtration, whey was pre-filtered through a 100 µm mesh to remove fat globules and curd residues. Membranes were cleaned and sanitized with 0.1% sodium hypochlorite before and after each run.

Changes in Whey Composition During Fermentation

This graph illustrates the dynamic changes in the composition of whey during the fermentation process over a 24-hour period. Three key parameters are monitored:

Protein Content (%):

The protein concentration in whey slightly decreases over time. This is due to the breakdown or transformation of proteins by microbial enzymes during fermentation.

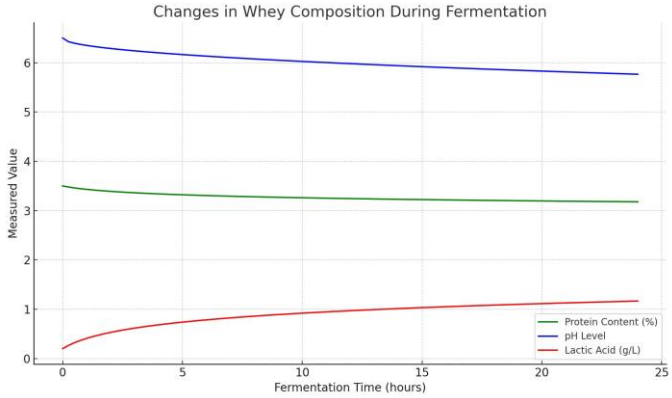
pH Level:

The pH level steadily decreases, indicating increased acidity. This is a result of lactic acid production by fermenting bacteria, which is a common indicator of successful fermentation.

Lactic Acid Concentration (g/L):

The lactic acid concentration increases significantly during the fermentation process. This confirms active microbial metabolism and contributes to the preservation and flavor development of the whey.

Together, these curves provide a clear picture of the biochemical processes occurring in whey during fermentation, which is essential for optimizing product quality and nutritional value in dairy processing.



Permeate and retentate streams were collected separately and analyzed for compositional changes (protein, lactose, ash). The retentate from UF, rich in proteins, was retained for use in nutritional formulations and probiotic fermentation. Membrane efficiency was evaluated based on flux rate (L/m²·h) and protein retention percentage.

Microbial Fermentation

The protein-rich ultrafiltration retentate was subjected to controlled microbial fermentation. Two probiotic strains were used:

Lactobacillus acidophilus (ATCC 4356)

Streptococcus thermophilus (ATCC 19258)

Each strain was reactivated in MRS broth and inoculated at a concentration of 10^7 CFU/mL into sterile whey media (adjusted to pH 6.5). The fermentation was carried out in a batch bioreactor (2-liter capacity) at 37°C for 24 hours under static conditions

Throughout fermentation, the following parameters were monitored:

pH variation (measured hourly)

Titratable acidity

Microbial viability (via plate counts on MRS agar)

Sensory evaluation (color, aroma, and taste) by a trained panel

Lactic acid concentration via HPLC analysis

Fermented whey was pasteurized at 72°C for 15 seconds to halt microbial activity and stored at 4°C for further analysis.

Spray Drying and Bioplastic Formation

The post-fermentation whey was subjected to spray drying using a laboratory-scale Buchi B-290 spray dryer under the following conditions:

Inlet temperature: 170°C

Outlet temperature: 80°C

Feed rate: 5 mL/min

Nozzle diameter: 0.7 mm

The resulting whey powder exhibited low moisture content (<4%) and high solubility, making it suitable for use in biodegradable material synthesis.

To develop bioplastics, the spray-dried whey was blended with natural polymers (corn starch, glycerol as a plasticizer) in a 2:1 ratio. The mixture was kneaded, then compressed into thin films using a compression molding machine at 110°C under 3 tons of pressure for 10 minutes.

Mechanical properties (tensile strength, elongation at break), water solubility, and biodegradability (under composting conditions) of the bioplastic films were evaluated according to ASTM D882 and D6400 standards [5-6].

Result

The results of this study demonstrate the significant potential of cheese whey as a valuable secondary raw material for biotechnological and environmental applications. Laboratory analyses confirmed that whey contains high-quality proteins and lactose, making it suitable for microbial fermentation. Selected strains of Lactobacillus and Kluyveromyces marxianus efficiently converted whey into lactic acid, ethanol, and bioactive compounds. Protein recovery via ultrafiltration showed yields above 80%, and enzymatic hydrolysis enhanced the bioavailability of functional peptides.

Whey also proved to be a suitable substrate for the production of bioplastics (PHA) and single-cell proteins. Environmental assessments revealed that utilizing whey in anaerobic digestion significantly reduced its biochemical oxygen demand (BOD) and increased methane production by up to 30%. Furthermore, antimicrobial and antioxidant properties of whey-derived

peptides suggest potential use in nutraceuticals and food preservation.

Overall, these findings indicate that cheese whey can be transformed from a pollutant into a sustainable resource. Its valorization contributes to circular economy principles by reducing waste and generating value-added products across biotechnology, agriculture, and environmental protection sectors.

References

1. Chandra, R., & Kumar, A. (2017). Utilization of cheese whey in the production of bioactive peptides and other value-added products. Journal of Dairy Science and Technology, 6(3), 1-10.
2. Ahmed, M., & Rehman, S. (2019). Membrane technologies for the recovery and separation of proteins from whey. Separation and Purification Reviews, 48(3), 251-270.
3. Rahman, M. S., & Nasir, R. (2020). Fermentation of whey for the production of lactic acid and probiotics: Current trends and future prospects. Food Biotechnology, 34(1), 58-75.
4. Gänzle, M. G. (2015). Lactic acid bacteria in fermented foods and beverages: Applications and health benefits. Springer International Publishing.
5. Nair, S. P., & Pradeep, M. (2018). Biotransformation of cheese whey into bioethanol: Technological advancements and challenges. Renewable Energy, 125, 305-313.
6. Rathi, P., & Sharma, S. (2021). Bioplastics production from whey: A biotechnological approach. Journal of Applied Polymer Science, 138(12), 1-8.
7. Abbasov V.M., Əmirli F.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Z.V., Quliyeva N.R. (2023). Qida kimyası. Dərslik. Bakı: Elm, 260 s.
8. Amirli F.A., Aghamaliyev Z.Z., Abdullayeva I.G., Pashayeva Z.N.&Aghamaliyeva D.B. (2024). The role of nutrition in ensuring healthy living. Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2(148), 629-638.

PENDİR SUYUNUN İSTİFADƏSİ, TƏTBİQ SAHƏLƏRİ

Ağayeva Təranə, Musayeva Şuriyyə
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
1 http://orcid.org/0009-0001-0329-5137

Xülasə

Pendir suyu, süd sənayesinin əsas yan məhsullarından biri olmaqla, tərkibində yüksək dərəcədə zülal, laktoza, vitaminlər və minerallar saxlayır. Dünya miqyasında süd məhsulları istehsalının artması ilə paralel olaraq pendir suyunun miqdarı da artmaqdadır və bu, həm ekoloji, həm də iqtisadi baxımdan alternativ dəyərləndirmə yollarının axtarılmasını zəruri edir. Bu məqalədə pendir suyunun fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri, emal metodları və tətbiq sahələri ətraflı şəkildə araşdırılmışdır. Giriş hissəsində pendir suyunun yaranma prosesi, ümumi tərkibi və sənaye tullantısı kimi yaratdığı problemlər qeyd olunmuşdur. Metodologiya bölməsində pendir suyunun membran texnologiyaları (ultrafiltrasiya, nanofiltrasiya), fermentasiya üsulları, kimyəvi modifikasiya və qurutma texnikaları ilə emalı təhlil olunmuşdur. Bu metodlar vasitəsilə pendir suyundan yüksək dəyərli məhsullar, o cümlədən bioaktiv peptidlər, probiotik içkilər, idman qidaları və bioplastiklər hazırlanması mümkün olur. Nəticə olaraq müəyyən olunmuşdur ki, pendir suyunun səmərəli istifadəsi həm iqtisadi gəlir gətirə bilər, həm də ətraf mühitə atılan tullantıların azaldılmasına mühüm töhfə verə bilər. Məqalədə həmçinin pendir suyunun aqrar sənayedə gübrə kimi istifadəsi, biotexnoloji tətbiqləri və enerji istehsalında istifadəsi perspektivləri də qeyd olunmuşdur. Bu araşdırma pendir suyunun tullantıdan dəyərə çevrilməsi istiqamətindədir.

Ключевые слова: *Pendir suyu, fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlər, emal metodları, membran texnologiyaları, ultrafiltrasiya, nanofiltrasiya, fermentasiya*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1335

COMPOSITION AND HEALTH EFFECTS OF BUCKWHEAT

Rasmiyya Mammadova, Aida Shahmammadova, Tarana Aghayeva, Narmin Guliyeva, Guljannat Mammadova, Gunel Guliyeva

[1] Department of Chemical Technology, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan
rasmiyyamammadova76@gmail.com, http://orcid.org/0009-0007-8698-8302
https://orcid.org/0000-0002-8795-7758
http://orcid.org/0009-0001-0329-5137
guliyevanarmin.1991@gmail.com
orcid.org/0000-0001-9958-7232
https://orcid.org/0009-0004-1253-770X

ABSTRACT

Buckwheat (Fagopyrum esculentum) is an ancient pseudo-cereal valued for its exceptional nutritional composition and health benefits. Despite being commonly associated with grains, buckwheat belongs to the Polygonaceae family and is naturally gluten-free, making it a suitable alternative for individuals with celiac disease and gluten intolerance. It is a rich source of high-quality proteins, including essential amino acids such as lysine and arginine, as well as complex carbohydrates and dietary fiber, contributing to its low glycemic index. Additionally, buckwheat contains bioactive compounds such as flavonoids, rutin, and polyphenols, which exhibit antioxidant, anti-inflammatory, and cardioprotective properties. It is also abundant in essential minerals like magnesium, iron, and zinc, further enhancing its functional food value. Traditionally consumed in Asia, Eastern Europe, and the Caucasus region, buckwheat has gained global recognition due to its role in promoting cardiovascular health, improving metabolic function, and supporting gut health. The increasing demand for plant-based and gluten-free products has further propelled its popularity in the food industry. This review highlights the nutritional profile, health benefits, and potential applications of buckwheat in modern diets, emphasizing its significance as a sustainable and functional food ingredient.

Keywords: Buckwheat, Fagopyrum esculentum, gluten-free, pseudo-cereal, functional food, antioxidants, nutritional value, health benefits, plant-based diet..

INTRODUCTION

Buckwheat (Fagopyrum esculentum) is an ancient food crop that has been cultivated for centuries due to its exceptional nutritional profile and significant health benefits. Although often grouped with cereals such as wheat and rice, buckwheat is botanically classified as a pseudo-cereal belonging to the Polygonaceae family. Unlike true grains, it is naturally gluten-free, making it an ideal alternative for individuals with celiac disease or gluten sensitivity. The growing demand for gluten-free and plant-based foods has further increased global interest in buckwheat as a functional food ingredient.

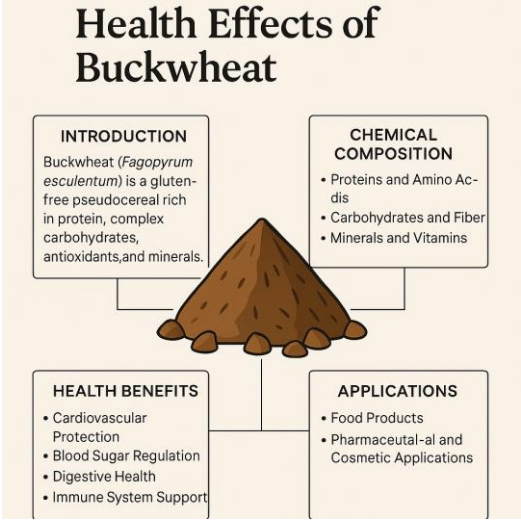
Nutritionally, buckwheat is an excellent source of high-quality proteins containing all essential amino acids, particularly lysine and arginine, which are often deficient in conventional cereals. Additionally, it is rich in complex carbohydrates, including dietary fiber, which contributes to

improved digestion and glycemic control. Buckwheat also contains significant amounts of bioactive compounds such as flavonoids, rutin, and polyphenols, which exhibit antioxidant, anti-inflammatory, and cardioprotective properties. Furthermore, it provides essential minerals like magnesium, iron, and zinc, contributing to overall health and well-being.

Traditionally, buckwheat has been widely consumed in Asia, Eastern Europe, and the Caucasus region, where it has been a staple in various traditional dishes such as soba noodles in Japan, blini in Russia, and kasha in Eastern Europe. Its increasing popularity worldwide is attributed to its health benefits, including improved cardiovascular function, better metabolic regulation, and potential protective effects against diabetes and obesity. Additionally, buckwheat's high fiber content supports gut health by promoting beneficial gut microbiota and reducing the risk of digestive disorders.

The food industry has recognized the potential of buckwheat as a versatile ingredient, incorporating it into gluten-free flour, breakfast cereals, pasta, and functional food products. With rising consumer awareness about nutrition and health, buckwheat-based products are becoming more prevalent in markets worldwide. Research continues to explore its potential applications in food technology and medicine, reinforcing its role as a sustainable and nutritious crop.

This article delves into the chemical composition of buckwheat, its health-promoting properties, and its growing significance in the modern food industry. By understanding its nutritional value and functional benefits, buckwheat can be further utilized to support healthy diets and sustainable food production.



Chemical Composition of Buckwheat

Proteins and Amino Acids

Buckwheat contains approximately 10-15% protein, which is relatively high compared to other grains. It is a complete protein source, containing all essential amino acids:

Lysine – Supports immune function and tissue repair.

Arginine – Enhances cardiovascular health and blood circulation.

Leucine & Isoleucine – Aid in muscle maintenance and energy production.

Carbohydrates and Dietary Fiber

Buckwheat is primarily composed of complex carbohydrates with a low glycemic index, ensuring stable blood sugar levels. It is also rich in fiber:

Soluble fiber – Supports gut microbiota and lowers cholesterol.

Insoluble fiber – Improves digestion and prevents constipation.

Minerals and Vitamins

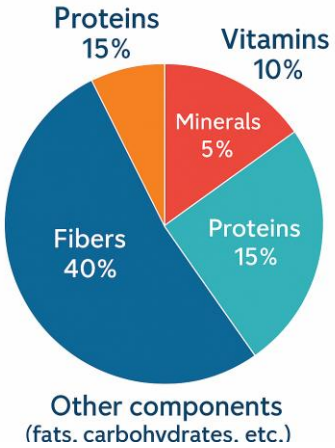
Buckwheat is an excellent source of essential minerals:

Magnesium (Mg) – Supports nervous system and muscle function.

Iron (Fe) – Enhances oxygen transport and prevents anemia.

Zinc (Zn) – Boosts immune function and promotes skin health.

It also contains B-complex vitamins (B1, B2, B3, B6) and powerful antioxidants, such as rutin and quercetin, which have anti-inflammatory and cardiovascular benefits.



Health Benefits of Buckwheat

Cardiovascular Protection

Buckwheat promotes heart health by:

Lowering cholesterol – Dietary fiber and flavonoids reduce LDL ("bad") cholesterol levels.

Regulating blood pressure – High magnesium content supports blood vessel relaxation.

Preventing blood clots – Rutin strengthens blood vessels and reduces the risk of thrombosis.

Blood Sugar Regulation

With its low glycemic index and high fiber content, buckwheat slows glucose absorption, helping to prevent blood sugar spikes and making it beneficial for diabetics.

Digestive Health

Buckwheat improves digestion by:

Enhancing bowel movements.

Acting as a prebiotic, supporting beneficial gut bacteria.

Preventing constipation and promoting a healthy microbiome.

Immune System Support

Antioxidants (rutin and quercetin) combat oxidative stress and inflammation.

Minerals like zinc and iron strengthen immune response and prevent infections.

Weight Management and Satiety

Buckwheat's high fiber content promotes satiety, reducing overall calorie intake and supporting weight management.

Applications in the Food Industry and Daily Diet

Food Products

Buckwheat is used in various forms, including:

Buckwheat flour – for gluten-free bread, pancakes, and pasta.
Buckwheat porridge – a traditional, nutritious breakfast option.
Buckwheat tea – known for its detoxifying and calming effects.
Pharmaceutical and Cosmetic Applications
Rutin-based supplements improve vascular health.

Buckwheat extracts are used in skincare products for their antioxidant and anti-inflammatory properties.

Result

Buckwheat is a highly nutritious and functional food with diverse health benefits. Its complete protein profile, low glycemic index, cardiovascular benefits, and digestive health properties make it an essential part of a balanced diet. Whether used in traditional or modern food applications, buckwheat remains an invaluable dietary choice for promoting overall health and wellness.

References

1. Zhang, Z., & Zhang, L. (2020). Nutritional composition and health benefits of buckwheat: A review. Food Research International, 137, 109473. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109473
2. Haug, W., & Lantzsch, H. J. (1983). Sensitive Method for Rapid Determination of Phytate in Cereals and Cereal Products. Journal of the Science of Food and Agriculture, 34(12), 1423-1426. https://doi.org/10.1002/jsfa.2740341211
3. Naczk, M., & Shahidi, F. (2004). Phenolics in cereals, fruits and vegetables: Occurrence, extraction and analysis. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 36(4), 1307-1321. https://doi.org/10.1016/j.jpba.2004.02.029
4. Klem, M. L., & Frøst, M. B. (2018). Gluten-free and healthy: A review on gluten-free diet and food products. Journal of Cereal Science, 79, 148-155. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.11.010
5. Rai, M., & Balasubramanian, S. (2017). A comprehensive review on the health benefits and medicinal properties of buckwheat. Journal of Medicinal Food, 20(6), 539-547. https://doi.org/10.1089/jmf.2017.0043
6. Amirli, F.A., Aghamaliyev, Z.Z., Abdullayeva, I.G., Pashayeva, Z.N.&Aghamaliyeva, D.B. (2024). The role of nutrition in ensuring healthy living. Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2(148), 629-638. DOI: 10.32010/mpmc2024.085

QARABAŞAĞIN TƏRKİBİ VƏ SAĞLAMLIĞA TƏSİRİ

Rəsmiyyə Məmmədova, Aida Şahməmmədova, Təranə Ağayeva, Nərmin Quliyeva, Gülcənnat Məmmədova, Günel Quliyeva
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kimya texnologiya fakültəsi, Bakı, Azərbaycan
rasmiyyamammadova76@gmail.com, http://orcid.org/0009-0007-8698-8302
https://orcid.org/0000-0002-8795-7758
http://orcid.org/0009-0001-0329-5137
guliyevanarmin.1991@gmail.com
orcid.org/0000-0001-9958-7232
https://orcid.org/0009-0004-1253-770X

XÜLASƏ

Qarabaşaq bitkisi tərkibi və sağlamlığa faydalı təsiri ilə yüksək qiymətləndirilir. Əsasən taxıllarla əlaqələndirilsə də, qarabaşaq dənli bitkilər ailəsinə aiddir və təbii olaraq glutensizdir, buna görə də

bu, seliak xəstəliyi və glutenə həssas olan insanlar üçün müvafiq alternativdir. O, yüksək keyfiyyətli zülalların zəngin mənbəyidir, o cümlədən lizin və arginin kimi əvəzolunmaz amin turşuları, həmçinin kompleks karbohidratlar və pəhriz lifləri, bu da onun aşağı qlikemik indeksinə kömək edir. Bundan əlavə, qarabaşaq flavonoidlər, rutin və polifenollar kimi bioaktiv birləşmələrə malikdir ki, bunlar da antioksidant, antiinflamatuar və kardioprotektiv xüsusiyyətlərə malikdir. O, həmçinin maqnezium, dəmir və sink kimi vacib minerallarla zəngindir ki, bu da onun funksional qida dəyərini daha da artırır. Qarabaşaq ənənəvi olaraq Asiya, Şərqi Avropa və Qafqaz bölgələrində istifadə olunur və ürək-damar sağlamlığının yaxşılaşdırılması, metabolik funksiyanın inkişafı və bağırsaq sağlamlığının dəstəklənməsi baxımından qlobal tanınma əldə edib. Bitki əsaslı və glutensiz məhsullara olan artan tələbat, onun qida sənayesində populyarlığının artmasına səbəb olub. Bu icmal, qarabaşaqın qidalandırıcı tərkibini, sağlamlıq faydalarını və müasir pəhrizlərdəki potensial tətbiqlərini vurğulayır, onun davamlı və funksional qida maddəsi kimi əhəmiyyətini önə çıxarır.

Açar sözlər: qarabaşaq, glutensiz, funksional qida, antioksidantlar, qida dəyəri, sağlamlıq faydaları, bitki əsaslı pəhriz..

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1340

BAL VƏ ONUN KİMYASI: MASALLI BALININ TƏDQİQİ

İ.M.Quliyeva[1], Z. Əliyeva[3], X.H.Seyidova[2], M.C. Xamıyev[4]

1dos. k.ü.f.d. [ARETN Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti "Kimya texnologiya" fakültəsi, Bakı] https://orcid.org/0009-0006-4269-5121, ilaha.guliyeva@asoiu.edu.az
2laboratoriya müdiri [ARETN Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti "Kimya texnologiya" fakültəsi, Bakı] https://orcid.org/
3k.ü.f.d. [ARETN Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti "Kimya texnologiya" fakültəsi, Bakı] http://orcid.org/0009-0006-8451-064x, xeyale.seyidova.h@asoiu.edu.az
4k.ü.f.d. [ARETN akad. Y.H. Məmmədəliyev adına Neft Kimya Prosesləri İnstitutu, Bakı], https://orchid.org/0000-0001-5235-5151 , mxamiyev@yahoo.com

XÜLASƏ

Arılar tərəfindən istehsal edilən təbii məhsul olan bal, minlərlə ildir ki, insanlar tərəfindən istehlak edilmiş və istifadə edilmişdir. Şirinliyi ilə yanaşı, bal zəngin kimyəvi tərkibi, antibakterial xüsusiyyətləri və müalicəvi istifadəsi ilə tanınır. Təqdim edilən məqalədə Masallı balının fiziki-kimyəvi xassələri, tərkibi, qidalanma, tibb və sənayedə əhəmiyyəti araşdırılmışdır.

Açar sözlər: *Masallı balı, fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri, antibakterial aktivliyi, antioksidant, qida dəyəri, ənənəvi tibb, bal tərkibi, arı məhsulları, Azərbaycan balı, apiterapiya.*

GİRİŞ

Bal Apis mellifera arıları tərəfindən çiçək nektarının çevrilməsi yolu ilə istehsal olunan təbii şirin maddədir. Misirdən Hindistana qədər bir çox qədim mədəniyyətlərdə qida, dərman və konservant kimi istifadə edilmişdir. Balın əhəmiyyəti təkcə dad və enerji dəyərində deyil, həm də müalicəvi və antimikrob xüsusiyyətlərindədir. Bu gün elmi araşdırmalar balın ənənəvi istifadəsinin bir çoxunu dəstəkləyir və daha çox xüsusiyyətlərini, faydalarını ortaya qoyur.

Tədqiqat

1. Balın tərkibi:

Bal, əsasən fruktoza (38%) və qlükoza (31%) kimi sadə şəkərlərdən ibarət olan həddindən artıq doymuş şəkər məhluludur. Lakin onun tərkibi çiçək mənbəyindən, iqlimindən və emal üsullarından asılı olaraq dəyişir.

Orta tərkibə aşağıdakılar daxildir: - Karbohidratlar (95-99% quru maddə) - Su (təxminən 17%) - Zülallar və amin turşuları (0,3-0,5%) - Vitaminlər (B-kompleks, C) - Minerallar (kalsium, kalium, dəmir, maqnezium, fosfor) - Fermentlər (məsələn, diastaza, flavonoidal turşular, ph antioksidan xüsusiyyətləri).

2. Fiziki və kimyəvi xassələri:

2.1. Fiziki xüsusiyyətlər:

- Rəng: Çiçək mənbəyindən asılı olaraq açıq sarıdan tünd qəhvəyi rəngə qədər dəyişir.
- Özlülük: Qalın və yapışqan; temperatura və suyun tərkibinə görə dəyişir.
- pH: 3.2 ilə 4.5 arasında; təbii olaraq turşudur.
- Sıxlıq: Təxminən 1,4 q/sm³.

- Kristallaşma: Qlükoza zamanla, xüsusən də sərin temperaturda kristallaşmağa meyllidir.

2.2. Kimyəvi xassələri:

- Hiqroskopik təbiət: Bal ətraf mühitdən nəm çəkir.
- Azaldıcı şəkərlər: Yüksək fruktoza və qlükoza tərkibi balı azaldan şəkərə çevirir.
- Antibakterial Fəaliyyət: Hidrogen peroksid istehsalı, aşağı su aktivliyi, turşuluq və bioaktiv birləşmələrə görə.

3. Sağlamlıq Faydaları və Dərman İstifadələri

3.1. Antibakterial və antiviral təsirlər

Bal yaraları və yanıqları müalicə etmək üçün istifadə edilmişdir. E. coli, Staphylococcus aureus və Pseudomonas aeruginosa kimi bir çox bakteriyaların böyüməsini maneə törədir. Xüsusilə Manuka balı güclü antibakterial fəaliyyəti ilə məşhurdur.

3.2. Antioksidant təsirlər

Balın tərkibindəki fenolik birləşmələr antioksidant rolunu oynayır, hüceyrələri oksidləşdirici stressdən qoruyur və xroniki xəstəliklər riskini azaldır.

3.3. Mədə-bağırsaq sağlamlığı

Bal bir prebiyotik rolunu oynayaraq bağırsaq sağlamlığını yaxşılaşdırır. O, həmçinin xora və qastritdən qurtulmağa kömək edir.

3.4 Öskürək əleyhinə

Bal tez-tez ənənəvi tibbdə öskürək və boğaz ağrısını aradan qaldırmaq üçün istifadə olunur, xüsusən də uşaqlarda (bir yaşdan yuxarı).

4. Sənaye və Kulinariya İstifadələri

Qida sənayesində bal istifadə olunur:

- Təbii dadlandırıcı kimi
- Çörəkçilik, qənnadı məmulatları və içkilərdə
- Nəmliyi və turşuluğu az olduğu üçün konservasiya üçün

Kosmetikada nəmləndirici və antimikrobiyal təsirinə görə losyonlar, şampunlar və dəriyə qulluq vasitələrində istifadə olunur.

5. Təhlükəsizlik və Keyfiyyətə Nəzarət

Bal ümumiyyətlə təhlükəsiz olsa da, bəzən 12 aydan kiçik körpələr üçün zərərli olan Clostridium botulinum sporlarını ehtiva edə bilər. Ona görə də bal körpələrə verilməməlidir.

Keyfiyyət parametrlərinə aşağıdakılar daxildir:

- Nəm miqdarı
- Elektrik keçiriciliyi
- Diastaz fəaliyyəti
- HMF (hidroksimetilfurfural) tərkibi - həddindən artıq istiləşmə və ya yaşlanma göstəricisi

6. Balın növləri və onların özünəməxsus xüsusiyyətləri

*6.1. Manuka Balı***

Yeni Zelandiyada Leptospermum scoparium bitkisindən istehsal edilən Manuka balı metilqlioksalın (MGO) olması ilə izah edilən müstəsna antibakterial xüsusiyyətləri ilə məşhurdur. Yara baxımı və dəri müalicəsində geniş istifadə olunur.

6.2. Akasiya balı

Akasiya balı açıq rənglidir və mülayim çiçək dadına malikdir. Yüksək fruktoza tərkibinə görə uzun müddət maye qalır. Aşağı glisemik indeksinə görə diabet xəstələri üçün (ehtiyatla) üstünlük verilir.

6.3. Qarabaşaq balı

Bu çeşid tünd rəngdədir, ləzzətlə zəngindir və güclü antioksidant qabiliyyətinə malikdir. Tez-tez öskürək və soyuqdəymələri aradan qaldırmaq üçün istifadə olunur və ən sağlam növlərdən biri hesab olunur.

6.4. Yonca balı

Dünyada ən çox yayılmış növlərdən biri olan yonca balı yüngül və şirindir. Yeyinti sənayesində çörəkçilik və içkilər üçün geniş istifadə olunur.

6.5. Evkalipt balı

Fərqli bir bitki ləzzəti ilə evkalipt balı, xüsusilə öskürək, sinus infeksiyaları və soyuqdəymələrin müalicəsində tənəffüs sağlamlığına faydaları ilə tanınır.

6.6. Çöl Çiçəyi Balı

Müxtəlif çöl çiçəklərinin qarışığından istehsal edilən bu növ mövsümdən və yerdən asılı olaraq rəng və dad baxımından dəyişə bilər. Yerli polenin olması səbəbindən mövsümi allergiyaya kömək etdiyinə inanılır.

7. Masallı Balının Xüsusiyyətləri və Araşdırma Nəticələri

Masallı bölgəsi coğrafi mövqeyinə, zəngin flora müxtəlifliyinə və əlverişli iqlim şəraitinə görə yüksək keyfiyyətli bal istehsalı üçün əlverişli ərazilərdən biridir. Burada istehsal olunan balın tərkibindəki aktiv maddələrin faizi, aromatik komponentlər və mineral tərkib digər bölgələrdən fərqlənə bilir.

Masallının dağlıq və meşəlik ərazilərində akasiya, fındıq, nar, dəmirağacı, gül kolları, müxtəlif çöl çiçəkləri geniş yayılıb. Bu floristik zənginlik balın polen tərkibini və bioloji aktivliyini artırır.

Masallıda bal əsasən yazın sonu və yay aylarında toplanır. İqlim dəyişkənliyi (istilik və rütubət səviyyəsi) məhsuldarlığa və tərkibə təsir göstərə bilər.

7.1. Yerli flora və tozlayıcıların rolu

Masallının meşə, dağ və çəmənlik sahələri çiçək müxtəlifliyi ilə zəngindir. Bu, balın orqanik və fərqli dad profili ilə seçilməsinə səbəb olur. Əsas tozlayıcı bitkilər arasında akasiya, gül, çöl çiçəkləri və meyvə ağacları yer alır.

7.2. Tərəfimizdən Masallıda yetişdirilən arı pətəklərindən alınan bal tədqiq edilmişdir. Alınan balın fiziki-kimyəvi göstəriciləri:

Fiziki-kimyəvi analizlər (nümunə nəticələr təqdim oluna bilər)

- pH: 3.8
- Nəm miqdarı: 16.5%
- Fruktoza/qlükoza nisbəti: 1.2
- HMF səviyyəsi: 12 mq/kg (normal həddaxilində)
- Diastaz sayı: 12 (təxminən orta dəyər)

Masallı Balının Sensor Analizi:

Masallı balının görünüşü, dadı, qoxusu və konsistensiyası aşağıdakı kimidir.

- **Rəng:** Açıq sarıdan qızılı-qəhvəyi tonlara qədər dəyişir.
- **Qoxu:** Gül və meşə çiçəklərinin incə aroması hiss olunur.
- **Dad:** Yumşaq, lakin zəngin çiçək notları ilə şirin dad.
- **Konsistensiya:** Orta dərəcədə yapışqan, yüngül kristallaşma meyli göstərir.

Alınan nəticələr Masallı balının təbii və yüksək keyfiyyətli olduğunu göstərir.

8. Balın İqlim Dəyişiklikləri Kontekstində Əhəmiyyəti

Qlobal iqlim dəyişikliyi arı populyasiyasına və nəticədə bal istehsalına təsir göstərir.

Arıların yaşaması və məhsuldarlığı üçün lazımi temperatur və bitki müxtəlifliyi vacibdir.

8.1. Arıların rolu və ekosistemə töhfəsi

Arılar yalnız bal istehsalçısı deyil, eyni zamanda təbiətdə tozlandırma prosesinin əsas iştirakçısıdır. Onların azalması ekosistem tarazlığını poza bilər.

8.2. Dayanıqlı arıçılıq

Masallı və digər bölgələrdə dayanıqlı arıçılıq texnikalarının tətbiqi (pestisid istifadəsinin azaldılması, yerli bitkilərin qorunması, ekoloji təmiz üsullar) bu sahənin inkişafı üçün mühümdür.

9. Balın Saxta və Keyfiyyətsiz Növlərindən Qorunma Yolları

Bazarda bal adı ilə təqdim olunan saxta və ya qarışıq məhsullar mövcuddur. İstehlakçılar üçün orijinal balı tanımaq və keyfiyyətli məhsul seçmək vacibdir.

9.1. Təhlükələr

HMF səviyyəsinin normadan artıq olması

Süni şirinləşdiricilərlə qarışdırılmış bal

Fermentlərin qeyri-kafi fəaliyyəti

9.2. Yoxlama üsulları

Ev şəraitində su testi və kağız testi

Sertifikatlı laboratoriya analizləri

Etibarlı və yerli istehsalçılardan alış

10. Balın İxrac Potensialı və İqtisadi Əhəmiyyəti

Masallı kimi bölgələrdə yüksək keyfiyyətli balın istehsalı ixrac potensialı baxımından da qiymətlidir. Yerli brendin yaradılması və coğrafi işarələnmə sistemi ilə bu bal beynəlxalq bazarlarda tanıdılıb rəqabətə davamlı hala gətirilə bilər.

Nəticə

Balın növləri, dadı və müalicəvi təsirləri baxımından müxtəlifliyi onu ən çox yönlü təbii maddələrdən birinə çevirir. İstər qida olaraq istehlak olunsun, istər tibbdə istifadə olunsun, istərsə də kosmetikada tətbiq olunsun, bal mədəniyyətlər arasında qiymətləndirilməyə davam edir. Gələcək tədqiqatların, xüsusən də əczaçılıq və biotibbi sahələrdə daha çox tətbiqi aşkar edəcəyi gözlənilir.

Masallı balı, təbii iqlim və zəngin florası ilə seçilən bir bölgənin məhsulu olaraq, yüksək keyfiyyətli və bioloji cəhətdən aktiv bir bal növüdür. Onun fiziki-kimyəvi tərkibi — xüsusilə fruktoza və qlükoza zənginliyi, vitaminlər, minerallar və fermentlərlə birlikdə — bu balı həm qida dəyəri, həm də müalicəvi təsirləri baxımından dəyərli edir. Balın antibakterial, antioksidant, öskürək əleyhinə və mədə-bağırsaq sağlamlığına müsbət təsirləri müasir elmi tədqiqatlarla da sübut olunmuşdur.

Masallı balının sənaye, qida və kosmetika sahələrində geniş istifadə potensialı, eyni zamanda yerli arıçılıq ənənələri və coğrafi mənşə ilə əlaqəli xüsusiyyətləri onun spesifik və tanınmağa layiq bir məhsul olduğunu göstərir. Gələcəkdə Masallı balının daha geniş miqyasda tanıdılması və keyfiyyət standartlarının qorunması, bu sahənin inkişafı üçün mühüm rol oynaya bilər.

Ədəbiyyat

[1] Amirli, F.A., Aghamaliyev, Z.Z., Abdullayeva, I.G., Pashayeva, Z.N., Aghamaliyeva, D.B. (2024). The role of nutrition in ensuring healthy living. *Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions*, 2(148), 629-638. DOI: 10.32010/mpmc2024.085

[2] Ağamalıyev Z.Z., Abdullayeva İ.Q. Müasir insanın qida pəhrizi və çatışmamazlıqlar. International

Conference dedicated to the 60th anniversary of the establishment of the Department of Technology of organic substances and high-molecular compounds. “Modern problems of macromolecular compound technology”. 25-26 Aprel 2024, p.151.
[3] Abbasov V.M., Əmirli F.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Z.V., Quliyeva N.R. Qida kimyası. Dərslik. Bakı: Elm, 2023, 260 s.
[4] Abbasov V.M., Qurbanov S.H., Əskərov V.E., Yusibov Y.Ə., Hacıyeva S.R., Əzizov R.E., Qasımov E.E., Əmirli F.Ə., Məmmədxanova S.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Ü.V., Məmmədli E.M. Qlobal ekoloji problemlər: səbəblər, həlli yolları, “yaşıl” enerji. Bakı: “Elm”, 2024, - 606 s.

Honey and Its Chemistry: Investigation of Masalli Honey

I.M. Guliyeva[1], Z. Aliyeva[3], Kh.H. Seyidova[2], M.J. Khamiyev[4]
1 Assoc. Prof., PhD in Chemistry, Faculty of Chemical Technology, Azerbaijan State University of Oil and Industry (ASUOI), Baku, Azerbaijan
https://orcid.org/0009-0006-4269-5121, ilaha.guliyeva@asoiu.edu.az
2 Head of Laboratory, Faculty of Chemical Technology, Azerbaijan State University of Oil and Industry (ASUOI), Baku, Azerbaijan
https://orcid.org/ (please complete)
3 PhD in Chemistry, Faculty of Chemical Technology, Azerbaijan State University of Oil and Industry (ASUOI), Baku, Azerbaijan
http://orcid.org/0009-0006-8451-064x, xeyale.seyidova.h@asoiu.edu.az
4 PhD in Chemistry, Institute of Petrochemical Processes named after acad. Y.H. Mammadaliyev, Baku, Azerbaijan
https://orcid.org/0000-0001-5235-5151, mxamiyev@yahoo.com

Abstract
Honey, a natural product produced by bees, has been consumed and utilized by humans for thousands of years. In addition to its sweetness, honey is known for its rich chemical composition, antibacterial properties, and therapeutic uses. This article explores the physicochemical properties and composition of Masalli honey, as well as its significance in nutrition, medicine, and industry.

Keywords: Masalli honey, physicochemical properties, antibacterial activity, antioxidant, nutritional value, traditional medicine, honey composition, bee products, Azerbaijani honey, apitherapy

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1345

THE EFFECT OF FUNGAL DISEASES ON *SOLANIUM TUBEROSUM*

Muzhgan R. Masimli[1], Gulnar F. Shirinova[2], Tarana S. Aghayeva[3]

[1]Department of Horticulture, Azerbaijan State Agricultural University, Ganja
[2,3]Department of Chemical Technology, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan

[1]PhD student in biological sciences, http://orcid.org/0009-0003-5400-2474, masimlimujgan@gmail.com
[2]PhD in biological sciences, http://orcid.org/0009-0008-5128-605X, shirinligulnar@gmail.com
[3]PhD in biological sciences, http://orcid.org/0000-0000-0000-0000, tarana.agayeva.78@mail.ru

ABSTRACT

Solanium tuberosum, the potato, is the fourth-ranked food crop that feeds the world's expanding population due to its high complex carbohydrate content and cultivar flexibility. The potato is the predominant vegetable crop globally, cultivated in 79% of countries worldwide. In the growth and development of potato plants, infection with various diseases and pests is inevitable, and it is necessary to combat them. Diseases brought on by a variety of bacterial and fungal phytopathogens make growing potatoes extremely difficult. Diseases brought on by a variety of bacterial and fungal phytopathogens make growing potatoes extremely difficult. As a result, numerous studies have been carried out to improve the quality and quantity of potato production worldwide and reduce yield losses brought on by illnesses. Consumption of potato has expanded strongly in developing countries and accounts for more than a half of the foods harvested in the world (FAO 2008).

This research examines contemporary biotechnology methods for developing potato plants that are resistant to several diseases. Only when crop-related diseases are controlled can the crop reach its full potential. The key problems of conventional seed potato production systems are the stumpy growth rate, accumulation of viral, bacterial, or fungal diseases over a period of field multiplications As sustainable potato production depends on a constantly renewed supply of disease-free planting material, improving quality seed production and seed distribution is another strong avenue of research opportunity related to crop management (M) in potato development. Diseases occurring both in the field and during storage can restrict sustainable and lucrative potato production in all growing regions. Significant losses in potato output occur from significant bacterial diseases such soft rot, common scab, bacterial wilt, and brown rot, as well as severe fungal diseases like late blight, early blight, black scurf, fusarial wilt/dry rot, wart, powdery scab, and charcoal rot.

The fundamentals of each disease are covered in this presentation, along with the current control methods and those planned for the future, such as the creation of resistant cultivars, based on disease epidemiology. This presentation elucidates the fundamentals of each disease and, informed by disease epidemiology, the current control measures employed, as well as those in development for future management, including the creation of resistant cultivars.

Keywords: *potato, dry rot, soil-borne, necrotrophic, biotechnological approaches.*

INTRODUCTION

Nearly all breeding programs employ a combination of greenhouse and field observations to assess disease resistance. Cultivar characteristics such as appearance, taste, or processability generally override the lack of disease resistance and consequently many cultivars have no disease resistance [2].

Sevinc is obtained from the hybridization of *S.tuberosum, S.andigenum* and demissum. It is a mid-ripening kitchen variety, with excellent taste. Its yield is 300-450 centners per hectare, of course, it varies depending on the planting scheme and care of this plant. The bush is tall, the number of stems is small, it is erect, and it has a strong root system. Its stolons are medium, the leaves are dark green, the upper leaves are light in color, large in size, the flowers are white and purple, and sometimes red-purple. Its tubers are oblong, yellow in color. Their weight is 120-150 grams. The flesh is white, with a smooth skin, and does not darken when cut. The amount of starch in its content can be 15-16% or more. It is resistant to diseases and pests [3].

Telman belongs to the Solanum tuberosum species, and is a regionalized variety obtained by individual selection from the free pollination of the German Alisma variety. It is a medium-late kitchen variety, with excellent taste, and a yield of 180-200 quintals per hectare. It has a medium-sized bush and is compact. It has a very strong root. The stolons are short but numerous. The leaves are light, dark green in color. In addition, its purple and white flowers bloom weakly, and its tubers are round, ovoid, and round in color, weighing 90-97 grams. It is resistant to mechanical or manual harvesting and is stored normally. The starch content in its content is 15-16%, and it is resistant to diseases.

Dry rot is caused by several species of Fusarium that cause a dry rot of potato tubers in storage[2]. Several Fusarium species have been identified as causing disease in potato plants, including *Fusarium sambucinum, F. solani, F. graminearum, F. proliferatum* and *F. oxysporum. Fusarium* enters plants through the root tips and can survive in the soil for up to 30 years. Dry rot is a ubiquitous and devastating disease wherever potatoes are planted. It is a disease that is spread by seeds and soil, and it needs an injury to enter the host. The mycelium of Fusarium grows in the xylem vessels, cutting off water supply and causing wilting of the plant [5].

Fusarium species are therefore either necrotrophic or saprotrophic pathogens. In the latent stage, mycostasis inhibits all fungal life forms, including mycelium, chlamydospores, and micro- and macroconidia. The pathogen enters the roots during the invasion stage, colonizes the endoderm and root cortex, travels to the stem and leaves' xylem, and causes the plant to die early and exhibit disease symptoms such wilting and growth retardation. The saprotrophic stage is when sporulation occurs. Fusarium also invades the plant parenchyma, eventually reaching the surface of dead tissue and producing large spores. In addition, vascular wilt pathogens meet their nutritional needs by efficiently obtaining the small amounts of nutrients available in the xylem sap, enzymatically digesting host cell walls, entering neighboring cells, or inducing nutrient leakage from surrounding tissues. Affected tubers cause premature wilting and postpone plant growth and development during the vegetative season. During storage, 7–23% of tubers are lost due to dry fusarium-caused rot, and up to 60% in high humidity conditions. In addition to decreasing output, dry potato rot contaminates the tubers with mycotoxins that can be cytotoxic, genotoxic, neurotoxic, and hepatotoxic to both people and animals[4].Dry rot does not manifest in the field, as soil-borne Fusarium spores must infiltrate through wounds and injuries sustained during harvest [2].

A number of fungal pathogens have been identified, mainly of the *Alternaria* and *Fusarium* genera, which are mainly soil-borne and affect plants. The fungus *Alternaria Alternata* causes concentric ring-shaped spots on the leaves. The disease initially causes very small black or brown spots on the lower leaves of potatoes, but tubers can also be infected. The spots on the tuber are dark, sunken, and circular, surrounded by purple or gray raised tissue. The affected inner tissue is dry, hard, and brown. The spots may enlarge and the tubers may shrivel during storage. These spots usually (but not always) appear a few weeks after germination.

The majority of *Alternaria* species are saprophytes that are frequently found on decomposing plant tissues or in soil. Necrotic lesions on leaves that are mainly concentric and frequently encircled by yellow chlorotic tissue are the typical signs of *Alternaria* infections. The spread of fungal poisons creates this zone [7].

Methods

Potato varieties were planted in the open field in June. 200 of both varieties were planted in open field. During harvest, some potatoes were found to be in an unusable condition. Samples of tubers that were in a bad state in the laboratory were taken and planted in an appropriate nutrient medium.

Tubers measuring 5-7 cm in diameter, devoid of indications of dry rot and other illnesses, were chosen for the studies. and washed in running tap water, dipped in sodium hypochlorite (2 %) for 2 min, rinsed twice with double distilled sterile water (10 min each) and air-dried. For inoculum production, isolate obtained from diseased sprouts and was grown on sabro agar to inoculation.

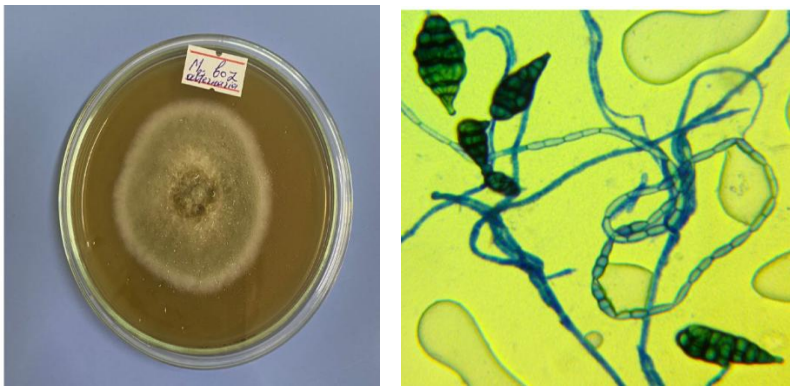
Isolation of fungi from the damaged tissues was carried out by traditional mycological methods on nutrient media such as sabro agar and potato agar. After incubation at 27 °C, colonies resembling Fusarium fungi were transferred to clean nutrient agar media. Fusarium strains were incubated on nutrient media for 6 days.

The spores' size and form were noted in order to identify the pathogen under a microscope. The type and size of conidia were quite consistent.

Following the selection of A.alternata isolates, the efficacy of the fungicides in inhibiting the radial growth of these isolates was assessed utilizing the agar dilution method.



Picture 1. Morphological and microscopic image of *Fusarium Oxysporum.*



Picture 2. Morphological and microscopic image of *Alternaria Alternata.*

Results

The biotic stress crisis faced by potato plants requires the implementation of green and healthy measures. Biological control plays a leading role in the solution of pathogenic diseases, and the use of these control methods in the future gives us hope. Complementary strategies and microcapsule technologies will further increase the stability and activity of biological control. In practical applications, attention should be paid to the timing and safety of biological control, and ultimately, it should be applied in the fields with the lowest cost. In addition, it is necessary to identify the driving forces affecting the biological control of potatoes and use these forces to maximize the impact of biological control measures.

Since pathogens remain in the soil and warehouses for a long time, a crop rotation system should be followed, and warehouses should be disinfected annually.

Table 2. Disease assessment model

Symptom	% of disease Scale	
	Sevinc	Telman
Healthy plants	68	60
Yellowing of older leaves	8	12
Black or brown spots on the lower leaves	7	10
Dry rot of potatoes	11	9
Wilting of all branches except apical shoot	4	4
Wilting and dying of whole plant	2	5

References

[1] Potato Tuber Sprout Rot Caused by Fusarium Sambucinum In Turkey/ Mehmet Hadi AYDIN, Fırat PALA, Cevdet KAPLAN/ p.189-192

[2] Managing fungal diseases of potato/ G.A. Secor & N.C. Gudmestad/ p.213-220

[3] Ərazidə sağlam toxumluq kartofun istehsalı prosedurları/ Elmar Allahverdiyev, Ələmdar Əsgərov, Hikmət Nəsibov/p.15-22

[4] Biotechnological Approaches to Increase the Bacterial and Fungal Disease Resistance in Potato/ Olena Kvasko, Yuliia Kolomiiets, Anastasiia Buziashvili and Alla Yemets/p.1-4

[5] Литвинов, С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве/С.С.Литвинов. -М: -2011. -650 с.

[6] Li, G. A novel method to optimize culture conditions for biomass and sporulation of the entomopathogenic fungus Beauveria bassiana ibc1201/Brazilian Journal of Microbiology, - 2011, v.42. - p.1574-1584

[7] Distribution of Alternaria species on blighted potato and tomato leaves in Russia/ Lyudmila Y. Kokaeva, Arseniy F. Belosokhov, Larisa Y. Doeva, Ekaterina S. Skolotneva, Sergey N. Elansky/p.205-206

[8] Wharton, P.; Hammerschmidt, R.; Kirk, W. Fusarium Dry Rot; Michigan State University: East Lansing, MI, USA, 2007; Available online:https:// archive.lib.msu.edu /DMC/extension_publications/e2992/e2992.pdf (accessed on 22 January 2024)[MB#142482]

[9] https://www.mdpi.com/2076-2607/12/3/598

[10] The effect of disinfectants on fungal diseases of potato and vegetables/ Hilkka Koponen, Hanna Avikainen and Risto Tahvonen/ p.169-170

[11] http://agropedia.iitk.ac.in/content/potato-different-cropping-systems

GÖBƏLƏK XƏSTƏLİKLƏRİNİN SOLANİUM TUBEROSUM BİTKİSİNƏ TƏSİRİ

Müjgan R. Məsimli1, Gülnar F. Şirinova2, Təranə S. Ağayeva3

1Azərbaycan Dövlət Kənd Təsərrüfatı Universitetinin Bağçılıq fakültəsi, Gəncə
2,3Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kimya Texnologiyaları Kafedrası, Bakı, Azərbaycan

Biologiya üzrə PhD tələbəsi, http://orcid.org/0009-0003-5400-2474, masimlimujgan@gmail.com
2biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, http://orcid.org/0009-0008-5128-605X, shirinligulnar@gmail.com
3Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, http://orcid.org/0000-0000-0000-0000, tarana.agayeva.78@mail.ru

XÜLASƏ

Solanium tuberosum, kartof, yüksək mürəkkəb karbohidrat tərkibinə və çeşid çevikliyinə görə dünyanın genişlənən əhalisini qidalandıran dördüncü qida məhsuludur. Kartof qlobal miqyasda üstünlük təşkil edən tərəvəz məhsuludur və dünya ölkələrinin 79%-də becərilir. Kartof bitkilərinin böyüməsində və inkişafında müxtəlif xəstəliklərə və zərərvericilərə yoluxma qaçılmazdır və onlarla mübarizə aparmaq lazımdır. Müxtəlif bakterial və göbələk fitopatogenlərinin gətirdiyi xəstəliklər kartof yetişdirilməsini olduqca çətinləşdirir. Müxtəlif bakterial və göbələk fitopatogenlərinin gətirdiyi xəstəliklər kartof yetişdirilməsini olduqca çətinləşdirir. Nəticədə, dünya miqyasında kartof istehsalının keyfiyyətini və kəmiyyətini yaxşılaşdırmaq və xəstəliklərdən qaynaqlanan məhsul itkilərini azaltmaq üçün çoxsaylı tədqiqatlar aparılmışdır. İnkişaf etməkdə olan ölkələrdə kartof istehlakı güclü şəkildə artmışdır və dünyada yığılan qidaların yarısından çoxunu təşkil edir (FAO 2008). Bu tədqiqat bir neçə xəstəliyə davamlı olan kartof bitkilərinin inkişafı üçün müasir biotexnologiya üsullarını araşdırır. Yalnız məhsulla əlaqəli xəstəliklərə qarşı mübarizə aparıldıqda məhsul tam potensialına çata bilər. Adi toxumçuluq kartofu istehsalı sistemlərinin əsas problemləri tarlada çoxalma dövrü ərzində küt artım tempi, virus, bakterial və ya göbələk xəstəliklərinin toplanmasıdır. Davamlı kartof istehsalı xəstəliksiz əkin materialının daim yenilənən təchizatından asılı olduğundan, keyfiyyətli toxum istehsalının və toxum paylanmasının yaxşılaşdırılması məhsulun inkişafı ilə bağlı tədqiqat imkanlarının digər güclü yoludur. Həm tarlada, həm də saxlama zamanı baş verən xəstəliklər bütün böyüyən bölgələrdə davamlı və gəlirli kartof istehsalını məhdudlaşdıra bilər. Kartof məhsuldarlığında əhəmiyyətli itkilər yumşaq çürük, ümumi qaşınma, bakterial solğunluq və qəhvəyi çürük kimi əhəmiyyətli bakterial xəstəliklər, həmçinin gec zərərverici, erkən zərərverici, qara çubuq, fusarial solğun/quru çürük, ziyil, tozlu qaşınma və kömür çürükləri kimi ağır göbələk xəstəliklərindən baş verir. Bu təqdimatda hər bir xəstəliyin əsasları, mövcud mübarizə üsulları və xəstəliklər epidemiologiyasına əsaslanan davamlı sortların yaradılması kimi gələcək üçün planlaşdırılanlarla yanaşı əhatə olunur. Bu təqdimatda hər bir xəstəliyin əsasları və xəstəlik epidemiologiyası, tətbiq edilən cari mübarizə tədbirləri, eləcə də davamlı sortların yaradılması da daxil olmaqla gələcək idarəetmə üçün inkişaf etdirilən tədbirlər aydınlaşdırılır.

Açar sözlər: kartof, quru çürük, torpaqla ötürülən, nekrotrof, biotexnoloji yanaşmalar.

ВЛИЯНИЕ ГРИБКОВЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НА SOLANİUM TUBEROSUM

Мужган Р. Масимли[1], Гюльнар Ф. Ширинова[2], Тарана С. Агаева[3]

[1]Кафедра Садоводства, Азербайджанский Государственный Аграрный Университет, Гянджа
[2,3]Кафедра Химической Технологии, Азербайджанский Государственный Университет Нефти И Промышленности, Баку

[1]Аспирант биологических наук, http://orcid.org/0009-0003-5400-2474, masimlimujgan@gmail.com
[2]Кандидат биологических наук, http://orcid.org/0009-0008-5128-605X, shirinligulnar@gmail.com
[3]Кандидат биологических наук, http://orcid.org/0000-0000-0000-0000, tarana.agayeva.78@mail.ru

РЕЗЮМЕ

Solanium tuberosum, картофель, является четвертой по значимости продовольственной культурой, которая кормит растущее население мира благодаря высокому содержанию сложных углеводов и гибкости сортов. Картофель является преобладающей овощной культурой в мире, выращиваемой в 79% стран мира. В процессе роста и развития растений картофеля заражение различными болезнями и вредителями неизбежно, и с ними необходимо бороться. Заболевания, вызываемые различными бактериальными и грибковыми фитопатогенами, делают выращивание картофеля чрезвычайно сложным. Заболевания, вызываемые различными бактериальными и грибковыми фитопатогенами, делают выращивание картофеля чрезвычайно сложным. В результате были проведены многочисленные исследования с целью улучшения качества и количества производства картофеля во всем мире и снижения потерь урожая, вызванных болезнями. Потребление картофеля значительно возросло в развивающихся странах и составляет более половины продуктов, собираемых в мире (FAO 2008).

В этом исследовании изучаются современные биотехнологические методы для создания растений картофеля, устойчивых к нескольким заболеваниям. Только при контроле заболеваний, связанных с урожаем, урожай может полностью раскрыть свой потенциал. Основными проблемами традиционных систем производства семенного картофеля являются темпы роста пней, накопление вирусных, бактериальных или грибковых заболеваний в течение периода размножения в поле. Поскольку устойчивое производство картофеля зависит от постоянно возобновляемого запаса безболезненного посадочного материала, улучшение производства и распределения семян высокого качества является еще одним сильным направлением возможностей исследований, связанных с управлением урожаем (M) при развитии картофеля. Заболевания, возникающие как в поле, так и во время хранения, могут ограничить устойчивое и прибыльное производство картофеля во всех регионах выращивания. Значительные потери урожая картофеля происходят из-за серьезных бактериальных заболеваний, таких как мягкая гниль, парша обыкновенная, бактериальное увядание и бурая гниль, а также серьезных грибковых заболеваний, таких как фитофтороз, ранняя гниль, черная парша, фузариозное увядание/сухая гниль, бородавка, мучнистая парша и угольная гниль. В этой презентации рассматриваются основы каждой болезни, а также текущие методы контроля и те, которые планируется использовать в будущем, например, создание устойчивых сортов на основе эпидемиологии болезни. В этой презентации излагаются основы каждой болезни и, на основе эпидемиологии болезни, текущие меры контроля, а также разрабатываемые меры для будущего управления, включая создание устойчивых сортов.

Ключевые слова: *картофель, сухая гниль, почвенный, некротрофный, биотехнологические подходы.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1351

FUNCTİONAL EVALUTİON OF THE FUNGUS *T. VERSİCOLOR* BELONGİNG TO THE GENUS *TRAMETES* QUEL.

Fariz A. Amirli[1], Vusala O. Suleymanova[2], Gulnar F. Shirinova[3]

[1,2,3] Department of Chemical Technology, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan

[1] Doctor of Technical Sciences, Professor, http://orcid.org/0000-0002-9095-2982, fariz.emirov@asoiu.edu.az
[2] PhD in biological sciences, http://orcid.org/0009-0005-9189-9588, suleymanovavusale@asoiu.edu.az
[3] PhD in biological sciences, http://orcid.org/0009-0008-5128-605X, gulnar.shirinova@asoiu.edu.az

ABSTRACT

Fungi of the *Trametes Quel* genus are abundant sources of a wide variety of beneficial natural products. This paper presents the results of studies on the *Trametes versicolor* species, which is part of the *Trametes Quel* genus and found in Azerbaijan. According to the research, fungi of the *Trametes Quel* genus exhibit characteristics such as rapid growth rate, non-toxic effects, high absorption capacity, and bactericidal and fungicidal properties. These traits suggest that *Trametes Quel* fungi are a promising source for biotechnological applications, particularly for food, feed, and medical purposes. Based on the research results, *Trametes versicolor* stands out from other species of the genus due to its high growth rate and valuable BAM production. The paper identifies that *T. versicolor* is distinguished from other species by its higher biomass production and its role as a producer of biologically active compounds and polysaccharides across a broad spectrum. Worldwide, some species of this genus, especially *Trametes versicolor*, are undergoing intensive research due to their antimicrobial and other pharmacological activities. The antioxidant benefits of *T. versicolor* polysaccharides have also been tested, showing significant roles in cancer treatment and immune system stimulation, with ongoing research expanding in these areas.

Keywords: *Trametes Quel, species composition, growth rate, BAM, polysaccharide, bactericidal and fungicidal effect.*

INTRODUCTION

The increase in human population in modern times has led to major global problems, such as food shortages, environmental pollution, climate change, and the rise of diseases. Such problems result in an increase in mortality rates, the spread of diseases, and other undesirable consequences. For instance, in recent years, the widespread occurrence of cancer and the weakening of the immune system have necessitated the production of new medicines. Considering the side effects of chemical drugs, the use of medicinal preparations and natural food products derived from natural sources has become even more relevant in the modern era.

Xylotrophic macromycetes synthesize biologically active compounds such as alkaloids, terpenoids, steroids, peptides, phenolic compounds, polysaccharides, and others, which have immunostimulatory, anti-tumor, anti-inflammatory, cholesterol-lowering, and other beneficial properties. These compounds are used in the production of pharmaceutical drugs [16;17;20]. Therefore, the aim of this study is to investigate medicinally significant xylotrophic macromycetes distributed in various ecological regions of Azerbaijan. More specifically, it examines the pharmacological and medical research potential of fungi belonging to the genus

Trametes Quel and their role in the production of biologically active compounds (BACs).

Fungi of the *Basidiomycota* division, particularly xylotrophic macromycetes, produce a wide range of biologically active compounds, including polysaccharides. However, only a small fraction of xylotrophic macromycetes, especially those with therapeutic significance, have been studied to date. Compared to other living organisms, fungi have a higher growth rate and are technologically easier to cultivate, making them more economically efficient. In particular, *Trametes versicolor* possesses significant therapeutic potential in cancer treatment, especially through polysaccharide-based products such as polysaccharide-K (PSK) and polysaccharide peptide (PSP).

Polysaccharides are a group of biologically macromolecular substances with extensive structural diversity, widely found in nature. They consist of polymerized monosaccharide residues linked by glycosidic bonds, forming repeating structural units. In this way, they differ structurally from proteins and nucleic acids. Polysaccharides have the highest potential for carrying biological information due to their extensive structural diversity [34].

The antioxidant benefits of *T. versicolor* polysaccharides have also been tested. In both rats infected with Walker 256 fibrosarcoma and human cancer patients, the oral administration of PSK (3.0 g daily for humans and 50 mg/kg for rats) normalized oxidative stress associated with the disease [22]. The immunostimulatory effects of *T. versicolor* polysaccharides have also been demonstrated, with an increase in superoxide dismutase activity in lymphocytes and the thymus [23]. Additionally, it has been shown that *T. versicolor* polysaccharides improve obesity [24] and experimentally induced diabetes [25] in rats. As anti-inflammatory agents, these polysaccharides have demonstrated benefits in experimental animal models of osteoarthritis [26], inflammatory bowel disease [27], and analgesia induction [28]. Their organ-protective effects have also been confirmed in experimental models of alcoholic liver damage [10] and diabetic cardiomyopathy[29].Their immunomodulatory effects in cancer extend to antibacterial activity, including defense against intracellular parasites such as *Neisseria gonorrhoeae* [30].

The article highlights the widespread distribution of fungi belonging to the *Trametes Quel* genus in Azerbaijan and worldwide. It also identifies the impact of ecological factors, such as pH levels, on their biomass production and BAC synthesis. The raw biomass and fractionated extracts obtained from *T. versicolor* and other *Trametes* species may be useful in the development of antimicrobial products.

Overall, the potential of fungi to produce biologically active compounds has not yet been fully evaluated, and ongoing research in this field is of great importance. These studies also shed light on the future prospects of fungi in pharmaceutical and other biotechnological applications.

Methods

The main objective of this study is to evaluate the fungi of the *Trametes Quel* genus, which are widespread in Azerbaijan, as sources of biologically active compounds (BACs), to demonstrate their antimicrobial and antioxidant activities, and to assess their physiological, biochemical, and biotechnological potential, particularly as polysaccharide producers.

In this research, fungi belonging to the *Trametes Quel* genus were selected as the study objects. To obtain pure strains of the fungi, their fruiting bodies were used. The fungi were collected from forest trees in various ecological zones of Azerbaijan, including the Greater Caucasus, the Lesser Caucasus, the Talysh Mountains, and the Kura-Araz lowland region. These fruiting bodies, including samples from Baku city, were collected using the route method and prepared for

laboratory research.

The process of obtaining pure strains began in the laboratory, where an agaric malt extract (AMC) medium with a concentration of 2-30 B was used. The process continued according to recognized methodologies until a pure strain specific to the species was obtained.To obtain biomass from the pure fungal strains, the deep cultivation method was applied. At this stage, a liquid glucose-peptone medium (LGPM) was used, and the biomass was separated from the nutrient medium to be used both as a pure strain and as a source of BACs.

Polysaccharides and exopolysaccharides were extracted from the biomass, and their quantitative analysis was carried out using recognized methodologies [6, 12, 15, 18]. The determination of protein content was conducted using the Lowry method [3].

To evaluate the antimicrobial activity of the fungal polysaccharide fractions, the disk diffusion method was employed [7]. In this method, both bacterial and fungal test strains were selected, including bacteria (*Staphylococcus aureus, Bacillus subtilis, Pseudomonas aeruginosa,* and *Escherichia coli*) and fungi (*Aspergillus fumigatus, Candida albicans, Penicillium cuclopium,* and *P. brevicompactum*).

The experiments were repeated a minimum of four times, and the results were analyzed statistically [11].

Results and discussion

During the research, the identification of species belonging to the *Trametes Quel* genus, which are widespread in Azerbaijan, was initially investigated. As a result, 10 species of this genus were identified (33). These species include: *Trametes cervina, T. heteromorpha, T. hirsuta, T. hohneli, T. ochraceus, T. pubescens, T. suaveolens, T. versicolor, T. trogii,* and *T. zonata*, all of which are distributed in Azerbaijan.

While the general characteristics of these species, such as substrate distribution and the life cycle of basidia, are similar, they differ in other parameters. Specifically, fungi of the *Trametes Quel* genus have been found mainly on oak, wheat, hazelnut, ironwood, pistachio, almond, grapevine, plum, apple, and other tree species. This indicates that they are eurytrophic species, meaning they do not exhibit strict substrate specificity.

For obtaining biologically active compounds (BACs) from acidophilic macromycetes, either their basidiomata or vegetative mycelium (VM) is generally used. This is because both sources contain a sufficient amount of BACs. However, studies indicate that the vegetative mycelium of *Trametes* species is considered more suitable for obtaining BACs. It contains polysaccharopeptides (PSP), proteins, amino acids, and various other bioactive compounds.

When selecting BAC-producing strains, those with high growth rates were prioritized. This process was carried out using the deep cultivation method in a liquid glucose-peptone medium (LGPM). The results demonstrated that all investigated strains were capable of growing in the nutrient medium; however, they differed from each other only in the amount of biomass produced (Table 1).

According to the research results, the strains belonging to *T. hirsuta* and *T. versicolor* demonstrated 1.7 to 6.3 times higher biomass production compared to other strains. The growth rate of these strains was not inferior to other promising strains; in some cases, it was even higher.

For this reason, the *T. versicolor* F-35 strain was selected as the active producer for the next stage of the research.

Table 1. Evaluation of Biomass Production by *Trametes* Genus Fungal Strains

Types	Number of isolated strains	Biomass yield (5 days, g/l)
T. cervina	5	2,8-5,2
T. heteromorpha	5	2,2-4,3
T.hirzuta	6	5,6-8,0
T. hohneli	5	1,4-4,1
T.ochraceus	5	1,2-3,2
T.pubecsens	5	2,7-4,0
T.suaveolens	4	1,8-4,2
T. trogii	5	2,6-4,6
T.verzicolor	6	4,8-8,2
T.zonata	7	2,3-4,2

Coriolus versicolor, also known as *Trametes versicolor* or *Polyporus versicolor*, is one of the most well-known traditional medicinal mushrooms, widely distributed worldwide and growing on tree trunks. This mushroom belongs to the Basidiomycetes class (Figure 1).



Figure 1.*T. versicolor*

A study was conducted to optimize the initial liquid medium for the selected strains. The optimization was carried out based on the carbon and nitrogen sources of the medium, initial acidity (pH), culture temperature, method and duration of preparation of the growing material, and as a result, an optimal medium was identified.

In this medium, under optimal acidity conditions, the *Trametes versicolor* mushroom exhibited maximum biomass production. The maximum growth of the mushrooms was recorded at a pH range of 5.0-6.0. The optimal medium for the mushrooms was determined, and under these conditions, the mushrooms were cultivated for 5 days at 28°C under submerged fermentation conditions. The cultural solutions obtained after this process were analyzed based on the synthesis of biologically active compounds by the mushrooms, specifically considering exogenous metabolites, as they are considered more valuable from a biotechnological perspective.

The next research stage focused on the biochemical analysis of the biomass obtained during the optimization process. Like other edible mushrooms, the fruiting body of *C. versicolor* consists of carbohydrates, proteins, amino acids, and minerals. The study revealed that the biomass formed by the mushroom is characterized by various components, and their quantitative indicators differ (Table 2).

The primary biologically active components of *T. versicolor* are polysaccharide peptides (PSPs), which can be isolated from both mycorrhiza and the fermentation medium. Research findings indicate that polysaccharide synthesis by mushroom strains can be divided into three

main categories:

1. Soluble polysaccharides
2. Insoluble polysaccharides
3. Exopolysaccharides

According to the study, the composition of polysaccharides includes glucose, mannose, galactose, glycoproteins, and other components. Although quantitative differences exist between the fractions, the main component of all polysaccharides is glucans, a characteristic feature of Basidiomycete fungi, confirmed by many studies. It was observed that the mycorrhiza of this mushroom contains a higher amount of β-glucans, which can be considered an indicator of high biological activity of polysaccharides. Biologically, β-glucans are considered more active than α-glucans [2, 5].

β-glucans are recognized as immune system stimulants. Additionally, they effectively reduce cholesterol levels. While the exact mechanism is not yet fully understood, β-glucans are believed to increase bile secretion. Since β-glucans are soluble fibers, they are also known to increase the excretion of bile salts in feces. Bile salts help bind cholesterol, and by increasing their excretion, the absorption of cholesterol is reduced. β-glucans are used for lowering cholesterol, boosting the immune system, promoting wound healing, exhibiting anticancer activity, and mildly reducing blood pressure.

Table 2: Biochemical composition of biomass produced by the selected mushroom strains as an active product.

Ingredients	quantitative indicators (%)
	T.versicolor F-35
Protein	16,9
Polysaccharides that are difficult to hydrolyze	43,4
Easily hydrolyzed polysaccharides	15,3
α- glucan	12,4
β- glucan	29,2
Absorption capacity (according to pepsin)	44,5

In recent years, the synthesis of polysaccharides by kilotrophic macromycetes has been the subject of extensive research, and their composition has been evaluated as one of the key indicators of biological activity [8, 17]. The bonds involved in the formation of polysaccharides and their soluble and insoluble forms are particularly important. Therefore, the study of polysaccharides synthesized by active producers has been considered appropriate.

Fungi belonging to the *Trametes* genus are characterized by specific indicators that make them suitable for practical use in biologically active substances (BAS), food, feed, and medicinal purposes. Based on this, at the end of the study, additional research was conducted to determine the applicability of the biomass formed by *T. versicolor* and the polysaccharides synthesized by these fungi in the aforementioned fields. The results indicate that the biomass formed by these fungi and their polysaccharides do not exhibit toxic effects.

At the next stage, the toxicity of aqueous and alcoholic extracts prepared from this biomass was studied, and it was found that neither of the fungi showed any toxicity in relation to *Paramecium caudatum*. The results of the study showed that in solutions prepared at different ratios, the viability of the organism was maintained for approximately 2 hours, which confirms

the absence of toxicity based on the methods used.

Although *T. versicolor* is accepted as an edible and medicinal mushroom, no serious toxicity-related information regarding human consumption has been reported. According to other studies, experiments conducted on rats with standardized aqueous extracts demonstrated that at doses up to 5000 mg/kg (p.o.), no signs of acute or subchronic toxicity (up to 28 days) were observed, including no fatalities or toxicity symptoms [31].** Monoclonal antibodies** have been developed against PSK (polysaccharide-K) [32], and in principle, such antibodies may reduce the long-term use of polysaccharides bound to peptides. Based on various animal experiments and human studies, the polysaccharides of *T. versicolor* are not considered toxic at the tested doses.

Antimicrobial activity, including antibacterial, antiviral, and antifungal effects, is one of the crucial properties for products intended for use in the aforementioned fields, and this is positively evaluated. To assess this property, several bacterial and fungal cultures were used. The results indicate that materials derived from the fungi exhibited bactericidal and fungicidal effects.

According to established methods, the cultural solution of the cultivated *T. versicolor* exhibited weak activity against the test bacteria. However, the aqueous extract of the fungal mycelium and the polysaccharides showed a significantly higher level of activity (Table 3). If the lysis zone measures 20 mm, it is considered weak, while a range of 20–29 mm is classified as moderate.

During the study of the antimicrobial activity of *T. versicolor*, the cultural solution in which the fungus was cultivated and the aqueous extract of the fungal mycelium were used against bacterial test cultures. It was determined that the cultural solution of *T. versicolor* did not cause any positive or negative changes in the growth of the bacterial test cultures. In other words, the bacteria continued their development normally.

However, when the bacterial test cultures were cultivated together with the aqueous extract of *T. versicolor* mycelium, a completely different scenario was observed. The aqueous extract of the fungal mycelium exhibited high antimicrobial activity, significantly inhibiting or completely halting the growth of both pathogenic and conditionally pathogenic bacteria.

It was determined that when pathogenic or conditionally pathogenic bacteria were cultivated together with the aqueous extract of *T. versicolor* mycelium, the sporulation process was almost completely absent, and their colony formation occurred at an extremely slow rate.

Table 3. Antibacterial and Fungicidal Activity of Biomass and Polysaccharides Obtained from Fungi.

bacteria test	Antibacterial activity (diameter of lysis zone, mm)		
	T.versicolor F-35		
	mushroom culture medium	aqueous extract of mycelium	polysaccharide
Bacillus subtilis	11	28	21
Staphylococcus aureus	12	30	25
Escherichia coli	14	37	29
Psedomonas aeroginaza	13	32	21
Culture test	Fungicidal activity (diameter of lysis zone, mm)		
Candida alpicans	15	25	28
Aspergillus fumigatus	17	27	29
Penicillium cuclopium	19	30	31
P.brevicompactum	21	31	32

Nevertheless, a similar situation was observed in the fungi (Table 3); antifungal activity, compared to antibacterial activity, was characterized by higher quantitative indicators both in the total biomass and in the composition of polysaccharides. This indicates that the mentioned materials possess suitable properties for practical applications.

If, in addition to this, we take into account the results of some studies, which indicate that the biomass exhibits relatively lower antibacterial and antifungal activity indicators, yet its effectiveness has been confirmed in practice [6, 16], then there remains no doubt about the potential of strains belonging to the *Trametes* genus.

Conclusion

Thus, based on the research, it was determined that the biomass and polysaccharides produced by the T. versicolor fungus do not exhibit toxic effects. Additionally, T. versicolor is a producer of biologically active compounds (BACs) with a diverse composition, a producer of polysaccharides rich in β-glucan, and is characterized by high absorption capacity.

All these properties provide the necessary conditions for utilizing T. versicolor strains as biologically active compound (BAC) producers for feed, food, and medicinal purposes.

Considering the antimicrobial activity of this fungus, it becomes evident that T. versicolor, belonging to the Trametes genus, plays a significant role in ensuring the microbiological safety of various products and their semi-finished forms, as well as in providing the population with environmentally friendly products. Moreover, T. versicolor offers great potential for the production of biopreparations with antibacterial effects.

References

[1] Aliyev F.T., Hasanova V.Y. 2015. Common characteristics of fungi from the genus of Trametes Quel which spread in Azerbaijan. Transaction of the Institute of Microbiology of Azerbaijan National Academy of Sciences, 14,1:341-345.

[2] Besednova N.N., Ivanushko L..A., Zvyagintseva T.N., Elyakova L.A. 2000. Immunotropic properties 1 → 3,1 →6-β-B-glucans. Antibiotics and chemotherapy, 2:37-44.

[3] Biochemistry practicum (under ed. N.P.Meshkov and S.E.Severina). 1979. M:MSU, 430.

[4] Biryukova M.V., Gernet M.V., Edelev D.A., Ermolaeva G.A. et al. 2010. Security raw food materials and food products. M.,27.

[5] Chen J., Seviour R. 2007. Medicinal importance of fungal beta-(l-3), (1-6)-glucans. Mycol. Res., 111, 6:635-652.

[6] Chihara G. 1992. Immunopharmacology of Lentinan, a polysaccharide isolated from Lentinus edodes: its applications as a host defence potentiator. Int. J.Orient. Medicine, 17:57-77.

[7] Egorova N.S. 1995. A guide to practical studies in microbiology. M.:MSU, 224.

[8] Galinkin V.A., Zaikina N.A., Kovalenko A.E et al. 2007. Basics of Biotechnology of higher mushrooms. SPb: Prospect of Science, 336.

[9] Gorshina E.S. 2008. Fungi from the genus Trametes Fr. as objects of biotechnology. Modern mycology in Russia (the second congress of mycologists in Russia). M .: NA Mycology, 2:328-329.

[10] Kuvilyev K.B. 2005. Prospects of biotechnological use of wood-destroying fungi. Applied. Biochemistry and microbiology, 35, 5:659-667.

[11] Lakin G.F. 1973. Biometrics. M .: High School, 343.

[12] Methods of studying carbohydrates / ed. A.Y. Khorlina.1975. M.: World, 135.
[13] Мурадов P.Z.., Aliyev İ.A., Abbasova D.M. et al. 2009. Study of morphological and physiological characteristics of some basidiomial fungi, having medical significance. Bulletin of MRSU, series "Natural Sciences", 2:57-60.
[14] Muradov P.Z. 2003. Basics of Biological Conversion of Plant Substrates. Baku: “Science”, 114
[15] Poyedinok N.X., Sivash A.A., O.B. Mykchaylova et al. 2008. Light regulation of growth and biosynthetic activity Ganoderma lucidum in pure culture. Ukr. Botan. Journ., 65:711-722.
[16] Sherba V.V., Babitskaya V.G. 2008. Polysaccharides of xylotrophic basidiomycetes // Applied biochemistry and microbiology, 44,1:90-95
[17] Zaikina N.A., Kovalenko A.E., Galynkin V.A., Dyakov Y.T,. Tishenkov A.D. 2007. Fundamentals of biotechnology of higher fungi. SPb: Prospekt Nauki, 336.
[18] Zakharova I.L., Kosenko L.V. 1982. Methods for studying microbial polysaccharides. Kiev: Naukova dumka, 189.
[19] Janjuševi´ c, L.; Karaman, M.; Šibul, F.; Tommonaro, G.; Iodice, C.; Jakovljevic, D.M.; Pejin, B. The lignicolous fungus *Trametes versicolor* (L.) Lloyd (1920): A promising natural source of antiradical and AChE inhibitory agents. J. Enzyme Inhib. Med. Chem. 2017, 32, 355–362. [CrossRef]
[20] Rau, U.; Kuenz, A.; Wray, V.; Nimtz, M.; Wrenger, J.; Cicek, H. Production and structural analysis of the polysaccharide secreted by Trametes (Coriolus) versicolor ATCC 200801. Appl. Microbiol. Biotechnol. 2009, 81, 827–837. [CrossRef]
[21] Cui, J.; Goh, K.K.; Archer, R.; Singh, H. Characterisation and bioactivity of protein-bound polysaccharides from submerged-culture fermentation of Coriolus versicolor Wr-74 and ATCC-20545 strains. J. Ind. Microbiol. Biotechnol. 2007, 34, 393–402. [CrossRef]
[22] Kobayashi, Y.; Kariya, K.; Saigenji, K.; Nakamura, K. Oxidative stress relief for cancer-bearing hosts by the protein-bound polysaccharide of Coriolus versicolor QUEL with SOD mimicking activity. Cancer Biother. 1994, 9, 55–62. [CrossRef] [PubMed] 115.
[23] Wei, W.S.; Tan, J.Q.; Guo, F.; Ghen, H.S.; Zhou, Z.Y.; Zhang, Z.H.; Gui, L. E ects of Coriolus versicolor polysaccharides on superoxide dismutase activities in mice. Zhongguo Yao Li Xue Bao 1996, 17, 174–178. [PubMed]
[24] Li, X.; Chen, P.; Zhang, P.; Chang, Y.; Cui, M.; Duan, J. Protein-Bound beta-glucan from Coriolus versicolor has potential for use against obesity. Mol. Nutr. Food Res. 2019, 63, e1801231. [CrossRef] [PubMed]
[25] Xian, H.M.; Che, H.; Qin, Y.; Yang, F.; Meng, S.Y.; Li, X.G.; Bai, Y.L.; Wang, L.H. Coriolus versicolor aqueous extract ameliorates insulin resistance with PI3K/Akt and p38 MAPK signaling pathways involved in diabetic skeletal muscle. Phytother. Res. 2018, 32, 551–560. [CrossRef]
[26] Wang, K.; Wang, Z.; Cui, R.; Chu, H. Polysaccharopeptide from Trametes versicolor blocks inflammatory osteoarthritis pain-morphine tolerance e ectsviaactivatingcannabinoid type 2 receptor. Int. J.Biol. Macromol. 2019, 126, 805–810. [CrossRef]
[27] Lim, B.O. Coriolus versicolor suppresses inflammatory bowel disease by Inhibiting the expression of STAT1 and STAT6 associated with IFN-gamma and IL-4 expression. Phytother. Res. 2011, 25, 1257–1261. [CrossRef]
[28] Gong, S.; Zhang, H.Q.; Yin, W.P.; Yin, Q.Z.; Zhang, Y.; Gu, Z.L.; Qian, Z.M.; Tang,

P.L. Involvement of interleukin-2 in analgesia produced by Coriolus versicolor polysaccharide peptides. Zhongguo Yao Li Xue Bao 1998, 19, 67–70.
[29] Wang, Y.; Li, H.; Li, Y.; Zhao, Y.; Xiong, F.; Liu, Y.; Xue, H.; Yang, Z.; Ni, S.; Sahil, A.; et al. Coriolus versicolor alleviates diabetic cardiomyopathy by inhibiting cardiac fibrosis and NLRP3 inflammasome activation. Phytother. Res. 2019, 33, 2737–2748. [CrossRef]
[30] Pramudya,M.;Wahyuningsih,S.P.A.Immunomodulatory potential of polysaccharides from Coriolusversicolor against intracellular bacteria *Neisseria gonorrhoeae*. Vet. World 2019, 12, 735–739. [CrossRef]
[31] Hor, S.Y.; Ahmad, M.; Farsi, E.; Lim, C.P.; Asmawi, M.Z.; Yam, M.F. Acute and subchronic oral toxicity of *Coriolus versicolor* standardized water extract in Sprague-Dawley rats. J. Ethnopharmacol. 2011, 137, 1067–1076. [CrossRef]
[32] Hoshi, H.; Saito, H.; Iijima, H.; Uchida, M.; Wada, T.; Ito, G.; Tanaka, H.; Sawada, T.; Hirakawa, K. Anti-protein-bound polysaccharide-K monoclonal antibody binds the active structure and neutralizes direct antitumor action of the compound. Oncol. Rep. 2011, 25, 905–913. [CrossRef] [PubMed]
[33] Suleymanova V.O., Aliyev F.T*., Karayeva A.Gh.*., Muradov P.Z., Machnunova a.a.fungi from the genus of *trametes quel* which spread in azerbaijan as a producents of biologically active substances. Vol 67, No. 5; 2017.78-83 (Jokull Journal) Polysaccharides from
[34] Basidiomycetes: *A Promising Source for Immunostimulating and Anticancerous activity*. Seetharaman Rajasekar, Palaniyappan Selvakumar, Karupannan Periasamy and Nanjian Raaman*

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПИЩЕВЫХ ВИДОВ *T. VERSİCOLOR* РОДА *TRAMETES* QUEL.

Фариз А. Амирли[1], Вусала О. Сулейманова[2], Гульнар Ф. Ширинова[3]
[1,2,3]Отдел Химические технологии, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку
[1] Доктор технических наук, профессор **http://orcid.org/0000-0002-9095-2982, fariz.emirov@asoiu.edu.az**
[2] Кандидат биологических наук, **https://orcid.org/0009-0005-9189-9588**, suleymanovavusale**@asoiu.edu.az**
[3]Кандидат биологических наук, **https://orcid.org/0009-0008-5128-605X**, **gulnar.shirinova@asoiu.edu.az**

РЕЗЮМЕ
Грибы рода *Trametes Quel* являются богатым источником разнообразных полезных природных продуктов. В данной статье представлены результаты исследований вида *Trametes versicolor*, который является частью рода *Trametes Quel* и встречается в Азербайджане. Согласно исследованиям, грибы рода *Trametes Quel* обладают такими характеристиками, как быстрый темп роста, нетоксичность, высокая поглотительная способность, а также бактерицидные и фунгицидные свойства. Эти признаки позволяют предположить, что грибы рода *Trametes Quel* являются перспективным источником для

биотехнологических приложений, особенно в области пищи, кормов и медицины. На основании результатов исследования, *Trametes versicolor* выделяется среди других видов рода своим высоким темпом роста и ценным производством биологически активных веществ (BAM). В статье подчеркивается, что *T. versicolor* отличается от других видов рода более высоким уровнем производства биомассы и своей ролью в производстве биологически активных соединений и полисахаридов в широком спектре. Во всем мире некоторые виды этого рода, особенно *Trametes versicolor*, подвергаются интенсивным исследованиям благодаря своим антимикробным и другим фармакологическим свойствам. Также были проверены антиоксидантные свойства полисахаридов *T. versicolor*, которые показали значительную роль в лечении рака и стимуляции иммунной системы, с продолжающимися исследованиями в этих областях.
Keywords: *Trametes Quel, видовой состав, скорость роста, БАМ, полисахарид, бактерицидное и фунгицидное действие.*

TRAMETES QUEL. CİNSİNƏ AİD OLAN GÖBƏLƏKLƏRİN *T. VERSİCOLOR* NÖVÜNÜN FUNKSİONAL QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

Fariz Ə Əmirov[1] Vüsalə O. Süleymanova[2] Gülnar F. Şirinova[3]
[1,2,3] Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti "Kimya texnologiya fakültəsi"
[1] Texnika elmləri doktoru, professor http://orcid.org/0000-0002-9095-2982, fariz.emirov@asoiu.edu.az
[2] Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, https://orcid.org/0009-0005-9189-9588, suleymanovavusale@asoiu.edu.az
[3]Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, https://orcid.org/0009-0008-5128-605X, gulnar.shirinova@asoiu.edu.az

XÜLASƏ
Trametes Quel cinsinə aid göbələklər geniş çeşiddə faydalı təbii məhsulların bol qaynağıdır. Bu məqalədə Azərbaycanda yayılan Trametes Quel cinsinə aid olan *Trametes versicolor* növü haqqında aparılan araşdırmaların nəticələri təqdim edilir. Araşdırmalara əsasən *Trametes* Quel cinsinə aid olan göbələklər böyümə sürətinə, toksik təsir göstərməməsinə, yüksək udma qabiliyyətinə və bakterisid, fungisid xüsusiyyətlərə malik olduğunu göstərilir. Bu xüsusiyyətlər Trametes Quel cinsinə aid göbələklərin biotexnoloji baxımdan, xüsusən də qida, yem və tibbi məqsədlər üçün perspektivli bir mənbə olduğunu göstərir. Aparılan tədqiqatların nəticəsinə görə Trametes versicolor yüksək böyümə sürətinə malik olduğu üçün və qiymətli BAM istehsalına görə bu cinsə aid olan digər növlərdən seçilir. Məqalədə Trametes cinsindən olan göbələk ştammlarının əmələ gətirdiyi biokütlənin miqdarına görə *T. versicolor* digər növlərdən yüksək göstəricisinə görə seçilməsi və geniş bir spektrdə bioloji aktiv birləşmələr,polisaxaridlər istehsalçısı olduğu müəyyən edilmişdir. Dünyada bu cinsin bəzi növləri, xüsusilə Trametes versicolor, antimikrobiyal və digər farmakoloji fəaliyyətlərdə potensiala sahib olduğu üçün ciddi tədqiqatlara məruz qalır. *T. versicolor* polisaxaridlərinin antioksidant olaraq faydaları da sınaqdan keçirilmişdir və xərçəngin müalicəsində və immun sisteminin stimulyasiyasında mühüm rol oynayır və bu sahədə tədqiqatlar davamlı olaraq genişlənir.
Açar sözlər: *Trametes Quel, növ tərkibi, böyümə sürəti, BAM, polisaxarid, bakterisid və funqisid təsir*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1362

YAŞIL ÇAYIN SAĞLAM QİDA KİMİ İNSAN SAĞLAMLIĞINDA FAYDALI XÜSUSİYYƏTLƏRİ

F.Əmirov[1] ,V.Süleymanova[2] , Z.Əliyeva[3], G.Şirinova[4], G.Quliyev[5]

[1,2,3,4,5]**Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan "Kimya texnologiya fakültəsi"**
[1]fariz.emirov@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0000-0002-9095-2982
[2]suleymanovavusale@asoiu.edu.az, https://orcid.org/0009-0005-9189-9588
[3]zahide.aliyeva@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0000-0002-2758-2421
[4]gulnar.shirinova@asoiu.edu.az, https://orcid.org/0009-0008-5128-605X
[5]gunel.guliyeva@asoiu.edu.az, https://orcid.org/0009-0004-1253-770X

XÜLASƏ

Yaşıl çay, *Camellia sinensis* bitkisinin qurudulmuş yarpaqlarından əldə edilən və dünya üzrə ən çox istifadə olunan içkilərdən biridir. Bu bitkinin qurudulmuş yarpaqları müxtəlif çay növlərinin hazırlanmasında istifadə edilir. Yaşıl çay 3000 ildən artıq müddətdir ki, insanların istifadəsindədir və onun mənşəyi Çinə aiddir, sonradan Asiyanın digər bölgələrinə yayılmışdır. Bu günlərdə yaşıl çay əsasən Yaponiya, İndoneziya, Vyetnam, Hindistan və Şri Lankada istehsal olunur. Yaşıl çay, xüsusilə katexinlər ilə zəngindir, bu maddələr antioksidant, antiinflamatuar və potensial xərçəng əleyhinə xüsusiyyətlərə malikdir. Bu məqalədə yaşıl çayın sağlamlığa olan bir sıra faydaları, xüsusilə ürək-damar sağlamlığının yaxşılaşdırılması, çəki itirilməsinə yardımçı olması və müxtəlif dəri və xroniki xəstəliklərin qarşısının alınması mövzusunda olan araşdırmalar təqdim edilir. *Camellia sinensis* bitkisində mövcud olan bioloji aktiv birləşmələrdən əsas antioksidantlar katexinlərdir. Son dövrlər aparılan elmi tədqiqatlar, katexinlərin antioksidant fəaliyyətinə təsir edən əsas amillərin hidroksil qruplarının sayı və xarakterik struktur qruplarının mövcudluğu olduğunu göstərir. Bu birləşmələrin ən yaxşı mənbəyi fermentasiya olunmamış yaşıl çaydır. Yaşıl çay yarpaqlarının növü və mənşəyi onların antioksidant xüsusiyyətlərini dəyişə bilər. Katexinlər, reaktiv oksigen və azot növlərini neytrallaşdırmaqda güclü təsir göstərir. Yaşıl çay katexin törəmələri qrupuna epikatexin, epigallokatexin, epikatexin qallat və epigallokatexin qallat daxildir. Bu birləşmələrin sonuncusu ən güclü antiinflamatuar və xərçəng əleyhinə potensiala malikdir. Xüsusilə, yaşıl çay katexinlərinin ağciyər xərçəngi, döş xərçəngi, mədəaltı vəzinin xərçəngi, mədə xərçəngi, qaraciyər xərçəngi və prostat xərçənginin qarşısını almaqda effektiv olduğu geniş şəkildə təsvir edilir. Bu məqalə, yaşıl çay katexinlərinin potensial xərçəng əleyhinə təsirləri və molekulyar siqnal ötürmə yollarını ümumiləşdirməyi hədəfləyir. Qeyd etmək lazımdır ki, yaşıl çay və yaşıl çay katexinləri standart kemoterapiya ilə əvəz oluna bilməz, amma onların faydalı təsirləri xərçəng əleyhinə standart yanaşmaları dəstəkləyə bilər.

Açar sözlər: *polyfenollar, katexinlər, Camellia sinensis, flavandioller, LDL xolester və triqliseridlər, karotenoidlər.*

GİRİŞ

Çay, dünya üzrə ən çox istehlak edilən içkilərdən biridir. Bütün çay növləri *Camellia sinensis* bitkisindən əldə edilir və bu bitkinin qurudulmuş yarpaqları və tumurcuqları işlənərək müxtəlif

çay növləri hazırlanır. Çayın növləri, yarpaqlarının oksidləşmə dərəcəsinə görə fərqlənir. Yaşıl çay, işlənmə zamanı minimal oksidləşmə keçirir, bu da onun faydalı polifenolik birləşmələrini, xüsusilə də katexinləri qorumağa kömək edir. Yaşıl çay, 3000 ildən çox bir müddət əvvəl Çində kəşf edilib və ilkin dövrlərdə ənənəvi tibbdə müxtəlif məqsədlər üçün, o cümlədən bədən temperaturunu azaldıb qanaxmanı dayandırmaq üçün istifadə olunub. Zamanla, bu çay Asiyada və dünyanın digər bölgələrində də geniş yayılmağa başlayıb.

Müasir dövrdə yaşıl çay əsasən Yaponiya, İndoneziya, Vyetnam, Hindistan və Şri Lankada yetişdirilir. Yaşıl çay, dünya çay istehsalının 20%-ni təşkil edir və hər il 2,5 milyon ton çay yarpağı istehsal olunur. Yaşıl çayın özünəməxsus faydaları onun tərkibindəki xüsusi birləşmələrə, xüsusən də polifenollara əsaslanır. *Camellia sinensis* (L.) bitkisi dünyanın ən qədim və populyar içkilərindən biridir. Yaşıl çay, əsasən yarpaqlarının işlənmə ənənəsinə, mənşəyinə və böyüdüyü torpağın növünə görə təsnif edilir. Yaşıl çay əsasən Yaponiya, Çin və Tayvanda yetişdirilir. Yaşıl çay ilə qara çay arasındakı əsas fərq, onların istehsal texnologiyasında yaranır.

Yaşıl çayın dadı və antioksidant xüsusiyyətləri ona müxtəlif növləri təqdim edir. Dünyada ən çox istehlak olunan yaşıl çay növü olan Sencha, əsasən Yaponiyada hazırlanır. Bancha, Matcha və Gyokuro kimi növlər, Sencha çayından əldə edilir. Bancha infuziyası, Sencha'ya nisbətən daha az kofein və L-theanine ehtiva edir. L-theanine amin turşusu, neyrotransmitterlərin, insulin və adrenalin istehsalına cavabdeh olan zülalların formalaşmasında rol oynayır. Matcha yaşıl çayı isə ən yüksək kofein və L-theanine miqdarı ilə fərqlənir. Mövcud elmi araşdırmalar göstərir ki, L-theanine kofeinin stimulasiya təsirini əhəmiyyətli dərəcədə azaldır, beyin fəaliyyətini müsbət yöndə dəyişdirir və kognitiv funksiyaları, əhvalı və konsentrasiyanı yaxşılaşdırır. Matcha çayının iki forması mövcuddur: Matcha–Usucha və Matcha–Koicha.

Yaşıl çayın istehsal texnologiyası onun antioksidant potensialına əhəmiyyətli təsir göstərir. Qara çayla müqayisədə, yaşıl çayda katexinlərin miqdarı daha yüksəkdir, çünki katexinlər fermentasiya prosesində theaflavinlərə çevrilir. Əlavə olaraq, çayda katexinlərin miqdarı nə qədər yüksəkdirsə, antioksidant fəaliyyəti də o qədər yüksək olur. Polyfenolik birləşmələrin, o cümlədən katexinlərin sayı, Camellia sinensis bitkisinin yetişdirildiyi şəraitdən—iqlim və agrotexniki faktorlardan asılıdır. Temperaturun yüksəlməsi yaşıl çayın antioksidant fəaliyyətini artırır. Yaşıl çayın tərkibi müxtəlif ətraf mühit faktorlarına, o cümlədən yetişmə şəraitinə, torpağa, iqlimə və digər faktorlarla dəyişir.

Katexinlərin ən yaxşı mənbəyi fermentasiya olunmamış yaşıl çaydır. Yaşıl çay yarpaqlarının növü və mənşəyi əsasında onların antioksidant xüsusiyyətləri fərqli ola bilər. Katexinlər həmçinin qara çayda, kofedə, giləmeyvələrdə, üzüm və şərabda təbii olaraq mövcuddur. Katexinlərin faydalı xüsusiyyətləri, onları gündəlik pəhrizə daxil etməyi tövsiyə edir. Anti-inflamatuar və antioksidant xüsusiyyətlər, eləcə də kemopreventiv fəaliyyət katexinlərin ən vacib xüsusiyyətləridir.

Lakin, katexinlərin oksidləşmə potensialı nəzərə alındığında, məsələn, yaşıl çay pəhriz əlavəsi kimi istifadə edildikdə, çox yüksək reaktiv metabolitlərin yaranması ehtimalı mövcuddur ki, bunlar kinon quruluşuna malikdir. Kinonlar, redoks reaksiyaları nəticəsində yüksək miqdarda reaktiv oksigen növləri istehsal etmək potensialına malikdir.

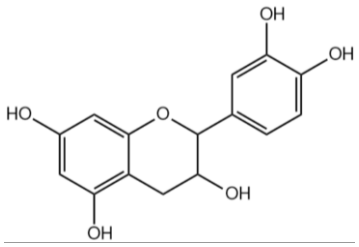
Yaşıl çayın kimyəvi tərkibi

Yaşıl çayın kimyəvi tərkibi əsasən 15-20% zülaldan ibarətdir və bu zülallar arasında L-theanine [10], tirozin, triptofan, treonine, 5-N-ethylglutamine, qlutamik turşusu, serin, qlisin, valin, leysin, aspartik turşusu, lizin və arginin kimi amin turşuları mövcuddur. Bununla yanaşı,

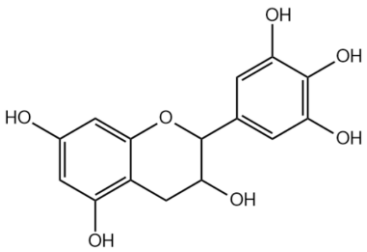
maqnezium, xrom, manqan, kalsium, mis, sink, dəmir, selenium, natrium, kobalt və ya nikel kimi iz elementləri və qlükoza, sellüloz və sukroz kimi karbohidratlar da tapılır [9–18,20,21]. Yaşıl çay sterollar və lipidlərlə də zəngindir; bunlara linoleik və α-linolenik turşuları, həmçinin B2, B3, C vitaminləri (Gyokuro çayında təxminən 10 mg, Sencha-da isə 4 mg), E vitamini və K vitamininin kiçik miqdarı daxildir. A vitamini yalnız Matcha çayında mövcuddur. Həmçinin, yaşıl çay flor, yod və fosfor kimi makroelementlərə də malikdir. Diphenylpropanoid skeleti (C6C3C6) yaşıl çayın xarakterik xüsusiyyətlərindəndir [10–12]. Yaşıl çay ksantin bazaları, məsələn teofilin və kofein [20], eləcə də karotenoidlər və xlorofill kimi piqmentlər ilə zəngindir. Kimyəvi tərkibinə galik turşusu və uçucu birləşmələr, o cümlədən alkoller, esterler, karbohidrogenlər və aldehidlər kimi fenolik turşular da daxildir. Fenolik turşular, o cümlədən proantosiyanidilər, galik turşusu esterleri ilə birgə, yaşıl çay infuziyasının xüsusiyyətlərini əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir.

Yuxarıda qeyd edilən fenolik turşular polyfenollar qrupuna daxildir, flavonoidlər, flavandioller və flavollarla birlikdə. Mövcud məlumatlara əsasən, bu birləşmələr yaşıl çayın qurudulmuş maddəsinin təxminən 30%-ni təşkil edə bilər. Katexinlər yaşıl çayın əsas flavonoidləridir və onların miqdarı qara çay və Oolong çayı ilə müqayisədə çox daha yüksəkdir. Katexinlər qrupu EGCG, ECG, EGC və EC-dən ibarətdir [10–13]. Yaşıl çayda olan katexinlər, flavonoidlər qrupuna aid olan birləşmələrdir: (−)-epigallocatechin-3-gallate (EGCG), (−)-epicatechin-3-gallate (ECG), (−)-epigallocatechin (EGC) və (−)-epicatechin (EC). Flavonoidlər, polyfenolların ən geniş yayılmış və müxtəlif qruplarındandır. Molekullarda mövcud olan çoxsaylı hidroksil qrupları onlara güclü antioksidant xüsusiyyətlər verir. Yaşıl çayın kimyəvi tərkibi ondan çox birləşmə qrupu ehtiva edir, o cümlədən fenolik turşular, polyfenolik birləşmələr, amin turşuları, zülallar və yağlar.

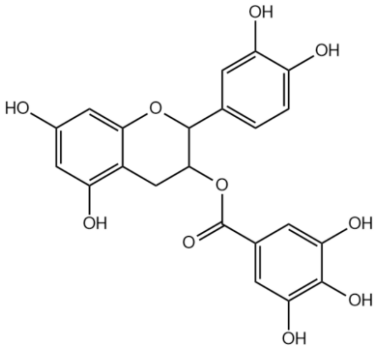
Aşağıda (Şəkil 1) yaşıl çay katexinlərinin kimyəvi strukturu göstərilmişdir. Hidroksil qruplarının sayı ilə yanaşı, onların paylanması da katexinlərin antioksidant fəaliyyətini nəzərə alaraq mühüm rol oynayır [16].



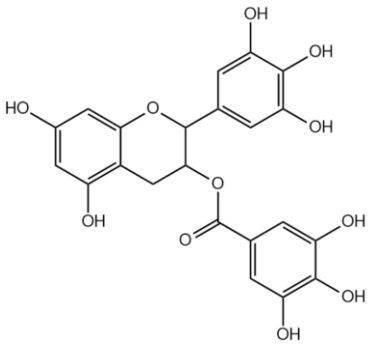
Epikatexin **(EC)**



Epigallokatexin **(EGC)**



Epikatexin 3- qallat **(ECg)**



epigallokatexin 3- qallat **(EGCg)**

Şəkil 1. Yaşıl çay katexinlərinin kimyəvi strukturu

Katexinlər, katexol qrupu ilə müqayisədə daha az antioksidant potensiala malikdirlər, pyrogallol qrupu olan katexinlərə nisbətən. Lakin, katexinlərin antioksidant effektivliyi yalnız kimyəvi struktura deyil, həm də ətraf mühit amillərinə asılıdır [10–18].
Yaşıl çayın fərdi kimyəvi komponentləri müxtəlif xərçəng növləri üzərində fərqli təsirlər göstərə bilər. Mövcud məlumatlar göstərir ki, askorbin turşusu, arginin, prolin, lizin və EGCG xərçəng şişlərinin böyüməsini azaldır [12–17, 33-35].
Aşağıdakı şəkil (Şəkil 2) yaşıl çayın kimyəvi tərkibini, lipidləri, amin turşularını, iz elementlərini, fenolik turşuları, vitaminləri, karbohidratları və uçucu birləşmələri ilə təsnif edilmiş şəkildə təqdim edir.

YAŞIL ÇAYIN KIMYƏVI TƏRKIBI						
Amin turşuları	Karbohidrat	Lipidlər	Uçucu birləşmələr	İz elementləri	Vitaminlər	Fenolik turşular
Tirozin Triptofan Terionin Qlutamin Serin Qlisin Valin Lizin Arginin Aspargin	Qlukoza Selliloza Saxaroza	Linoleik turşu a-Linolenik turşu	Spirtli içkilər Efirlər Karbohidrogenlər Aldehidlər	Maqnezium Xrom Manqan Kalsium Mis Dəmiir Selenium Natrium Kobalt Nikel	Vitamin A VitaminB_2 VitaminB_3 Vitamin C Vitamin E Vitamin K	Qall turşusu

Şəkil 2.Yaşıl çayın kimyəvi tərkibi

Yaşıl çay güclü bir içkidir və çoxsaylı sağlamlıq faydalarına malikdir. Onun zəngin antioksidant tərkibi, xüsusilə EGCG, ürək sağlamlığını yaxşılaşdırmaq, çəki itirilməsini dəstəkləmək və müxtəlif xərçənglərdən qorunmaq üçün effektiv bir vasitə təmin edir. Bundan əlavə, yaşıl çayın dəri üzərindəki faydalı təsirləri, məsələn qırışların qarşısını almaq və günəş ləkələrini müalicə etmək kimi xüsusiyyətləri, onu həm qida, həm də kosmetik sahələrdə populyar edir.
Araşdırmalar, yaşıl çayın terapevtik potensialını dəstəkləyir, müntəzəm istehlakın ürək-damar xəstəlikləri və bəzi xərçənglər kimi xroniki xəstəliklərin daha az rast gəlinməsi ilə əlaqəli olduğunu göstərir. Sağlam həyat tərzinin bir hissəsi olaraq, yaşıl çay bir çox sağlamlıq problemlərindən qorunma üçün əlavə bir müdafiə qatını təmin edə bilər. Lakin, onun istehlakı balanslı pəhriz və tibbi məsləhət ilə birlikdə tövsiyə olunmalıdır ki, optimal sağlamlıq faydalarından tam şəkildə yararlana biləsiniz.
EGCG (Epigallokatexin Qallat) indiyə qədər ən çox tədqiq edilmiş katexin törəməsidir. Yaşıl çaydakı katexinlərin miqdarı əsasən çayın növündən, becərilmə metodundan, yarpaqların işlənmə üsulundan, həmçinin dəmləmə müddətindən və temperaturdan asılı olaraq dəyişir. Araşdırmalar göstərir ki, katexinlər pH dəyəri 4 ilə 6 arasında olan mühitlərdə ən yüksək sabitliyə malikdir [9–13].
Mövcud məlumatlar katexinlərin antitumor [9], antioksidant [17], antiinflamatuar [22], anti-mikrobiyal, anti-viral [23–25], anti-diabetik, anti-obezite və hipotenziv təsirlərini göstərir [23–25]. Onların həmçinin Gram-müsbət və Gram-mənfi bakteriyalar, viruslar, göbələklər və prionlar üzərində faydalı təsir göstərdiyi vurğulanır [1].

Katexinlər mis və dəmir ionları üçün metal ionlarının kelatorları olaraq da fəaliyyət göstərir. Yaşıl çaydakı polifenolların spesifik kimyəvi quruluşu (ən az beş hidroksil qrupu) onların antioksidant xüsusiyyətlərinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir [26–29]. Keşeləmə prosesi, B və D halqalarındakı di/tri-hidroksil quruluşu və A halqasındakı meta-5,7-dihidroksil qrupu sayəsində mümkündür [26]. Lakin müəyyən şərtlərdə, onlar pro-oksidant təsir göstərə bilərlər [32].

Katexinlərin hüceyrədaxili nitrooksidativ stressin tənzimlənməsi, onların antikansir xüsusiyyətləri ilə bağlı mühüm rol oynayır [33]. Buna görə də, bədənə sağlamlıq üçün faydalı təsir göstərən polifenol birləşmələri, əgər çox yüksək dozada istifadə olunarsa, əks təsir göstərə bilər [19]. Bu, prooksidativ stressin yaranmasına və hüceyrə komponentlərinə oksigen ziyanı vurulmasına səbəb ola bilər. Bundan əlavə, polifenollar, oksidləşdirici fermentlərin (məsələn, tirosinaz və ya peroksidaz) mövcudluğunda pro-oksidant təsir göstərə bilər [19]. Pro-oksidant təsir, iltihab prosesləri ilə sıx əlaqəlidir [19].

Katexinlərin antioksidant xüsusiyyətləri ilə bərabər, onların pro-oksidləşdirici xüsusiyyətləri də molekulda olan hidroksil qruplarının sayına bağlıdır. Polifenol oksidləşmə prosesi zamanı, hüceyrə molekulları reaktiv oksigen növləri (ROS) və elektrofilik kinonlarla zədələnir. Bu faktorlar degenerativ xəstəliklər və xərçəng proseslərinin inkişafında mühüm rol oynayır [19].

Katexinlər, yaşıl çayın digər aktiv maddələri ilə birlikdə, UVB radiasiyasının səbəb olduğu DNT zədələnmələrini də təmir edə bilər. Mövcud məlumatlar göstərir ki, yaşıl çayın aktiv maddələri dərinin ultrabənövşəyi radiasiyanın təsirindən qorunmasında yüksək effektivliyə malikdir [20].

Yaşıl çayın sağlamlığa faydaları

Tədqiqatlar göstərir ki, yaşıl çay LDL xolesterini və triqliseridləri azaldaraq ürək-damar sağlamlığını dəstəkləyir. Həmçinin, yaşıl çay çəki itirilməsini təşviq edir, dəri sağlamlığını yaxşılaşdırır və döş, yumurtalıq və endometrial xərçəng kimi bəzi xərçəng növlərinin riskini azaldır.

Yuxarıda qeyd olunduğu kimi, yaşıl çay, qara çayın istehsalından fərqli olaraq fermantasiya edilmədən hazırlanır. Qara çayın istehsalı zamanı isə fermantasiya prosesindən keçərək, Oolong çayına (qismən fermentasiya olunmuş çay) qədər gedir. Tam fermantasiya nəticəsində isə qara çay alınır və bu proses, çay kolunun yarpaqlarında mövcud olan katexin polifenollarının fermentlərin təsiri ilə dəyişməsinə səbəb olur [14]. Camellia sinensis yarpaqlarının işlənməsi metodları, müxtəlif çay növlərinin bioloji aktiv maddələrini və sağlamlığa faydalı xüsusiyyətlərini ortaya qoyur [14,15].

Yaşıl çayın sağlamlığa müsbət təsirləri, onun polifenolları, xüsusən flavonollar və flavanolların mövcudluğuna bağlıdır. Klinik tədqiqatlar, in vivo və in vitro eksperimentlər, bu birləşmələrin antioksidant və antiinflamatuar təsirlərini təsdiq edir. Yaşıl çaydakı əsas polifenollar olan katexinlər, sərbəst azot və oksigen radikallarını neytrallaşdırmaqla və redoks reaksiyalarında metal ionlarını kelatlayaraq antioksidant fəaliyyətini göstərir. Çoxsaylı elmi araşdırmalar, yaşıl çay yarpaqlarında olan polifenolların hüceyrə bölünməsini inhibə etdiyini və II faza antioksidant fermentlərinin (məsələn, superoksid dismutazı, qlutatiyon-S-transferaz, qlutatiyon peroksidazı və reduktaz) aktivliyini artırdığını göstərir, bu da onların antitumor təsirlərinə səbəb olur. Bu nəticələr, polifenolların in vivo oksidativ stress üzərindəki təsirlərini göstərən tədqiqatlarla əlaqəlidir. Bir araşdırmada, yaşıl çayın gündə dörd stəkan miqdarında istehlak edilməsi 4 ay müddətində sidikdə 8-hidroksideoksiguanozin səviyyələrini azaldıb. Yaşıl çay polifenollarının xərçəng hüceyrələrinin böyüməsini inhibə etməsi və xərçəng riskini azaltması üzərindəki təsirlər, prostat, pankreas, döş və mədə xərçəngləri sahəsində çoxsaylı tədqiqatlarla təsdiq olunub [14–16].

Qeyd etmək lazımdır ki, yaşıl çay kemoterapevtik təsirləri və profilaktik təsirləri dəstəkləsə də, farmakoloji müalicənin əvəzini tuta bilməz. Polifenollar, xüsusən katexinlər, xərçəng hüceyrələrinin ölümünü induksiya edərək sağlam hüceyrələrə təsir etmədən fəaliyyət göstərir [9,14,17].

NƏTİCƏ

Bir çox tədqiqatlar, yaşıl çay polifenollarının xərçəngin qarşısının alınması və proqnozunda müsbət təsir göstərdiyini bildirir. Xüsusilə, yaşıl çayın içki və pəhriz əlavəsi kimi istifadəsi xərçəngə qarşı xüsusiyyətlərini təsdiq edən çoxsaylı in vivo sübutlarla dəstəklənir. Yaşıl çay katexinlərinin antiviral, antibakterial, anti-aging və hipotenziv təsirləri də diqqətə layiqdir. Bununla belə, qeyd etmək lazımdır ki, yaşıl çay və ya katexinləri standart kemoterapi müalicəsini əvəz edə bilməz, amma onların xərçəngə qarşı mübarizəni dəstəkləyici köməkçi təsirləri mövcuddur. Bir çox tədqiqatlar, yaşıl çay polifenollarının xərçəngin proqnozu və qarşısının alınmasında, dərman müalicəsinin köməkçisi olaraq faydalı təsir göstərdiyini bildirir [6,9]. Yaşıl çay katexollarının digər dəyərli xüsusiyyətləri arasında onların anti-viral, anti-bakterial, anti-aging və hipotenziv təsirləri də vardır [4,5,9,12,27].

Ümumilikdə, polifenollar, xüsusən də EGCG, məmə, ağciyər, prostat, mədə və pankreas xərçənglərinin qarşısını almaqda müsbət nəticələr göstərir. Yaşıl çayın zəngin polifenol və katexin tərkibi, onun ürək-damar sağlamlığını dəstəkləmək, çəki itirilməsini təşviq etmək və müxtəlif xərçəng növlərinin riskini azaltmaq kimi faydalı təsirlərini təmin edir. Bundan əlavə, yaşıl çay dəri xəstəlikləri, qırışların qarşısının alınması və günəş şüalarından yaranan dəri ləkələrinə qarşı müalicəvi təsir göstərir. Həmçinin, sidik yolları infeksiyalarının müalicəsi və iltihabın azaldılması sahəsində də müsbət təsirlər göstərir.

Ədəbiyyat

[1] *Cardoso, R.R.; Neto, R.O.; Dos Santos D'Almeida, C.T.; Nascimento, C.T.; Pressete, C.G.; Azevedo, L.; Martino, H.S.D.; Cameron, L.C.; Ferreira, M.S.L.; Barros, F.A.R. Kombuchas* from green and black teas have different phenolic profile, which impacts their antioxidant capacities, antibacterial and antiproliferative activities. Food Res. Int. 2020, 128, 108782.

[2] *Steinmann, J.; Buer, J.; Pietschmann, T.; Steinmann, E.* Anti-infective properties of epigallocatechin-3-gallate (EGCG), a component of green tea. Br. J. Pharmacol. 2013, 168, 1059–1073.

[3] *Chantre, P.; Lairon, D.* Recent finding of green tea extract AR25 (Exolise) and its activity for the treatment of obesity. Phytomedicine 2002, 9, 3–8. [CrossRef] [PubMed]

[4] *Leung, L.K.; Su, Y.; Chen, R.* Thea flavins in black tea and catechins in green tea are equally effective antioxidants. J. Nutr. 2001, 131, 2248–2251. Int. J. Mol. Sci. 2020, 21, 1744 9 of 11

[5] *Zhang, C.; Suen, C.L.C.; Yang, C.; Quek, S.Y.* Antioxidant capacity and major polyphenol composition of teas as affected by geographical location, plantation elevation and leaf grade. Food Chem. 2018, 244, 109–119.

[6] *Yanagimoto, K.; Ochi, H.; Lee, K.G.; Shibamoto, T.* Antioxidative activities of volatile extracts from green tea, oolong tea, and black tea. J. Agric. Food Chem. 2003, 51, 7396–7401.

[7] *Juneja, L.R.; Chu, D.-C.; Okubo, T.* L-theanine—A unique amino acid of green tea and its relaxation effect in humans. Trends Food Sci. Technol. 1999, 10, 199–204.

[8] *Yoshizawa, S.; Horiuchi, T.; Sugimura, M.* Penta-o-galloyl-β-D-glucose and epigallocatechin gallate: Cancer prevention agent. Phenolic Compunds in Food and Health II. Antioxidant and

cancer prevention. Washington DC. Am. Chem. Soc. 1992, 2, 118–119.
[9] *Beltz, L.A.; BayerD, K.; Moss, A.L.; Simet, I.M.* Mechanisms of cancer prevention by green and black tea polyphenols. Anticancer Agents Med. Chem. 2006, 6, 389–406.
[10] *Graham, H.N.* Green tea composition, consumption, and polyphenol chemistry. Prev. Med. 1992, 21, 334–350.
[11] *Komatsu, Y.; Suematsu, S.; Hisanobu, Y.; Saigo, H.; Matsuda, R.; Hara, K.* Effects of pH and temperature on reaction kinetics of catechins in green tea infusion. Biosci. Biotechnol. Biochem. 1993, 57, 907–910.
[12] *Ahmad, N.; Makhtar, H.* Green tea polyphenols and cancer: Biologic mechanisms and implications. Nutr. Rev. 1999, 57, 78–83.
[13] *Tadano, N.; Du, C.; Yumoto, F.; Morimoto, S.; Ohta, M.; Xie, M.; Nagata, K.; Zhan, D.; Lu, Q.; Miwa, Y.* Biological Actions of Green Tea Catechins on Cardiac Troponin C Br. J. Pharmacol. 2010, 161, 1034–1043.
[14] *Gupta, D.A.; Bhaskar, D.J.; Gupta, R.K.* Green tea: A review on its natural anti-oxidant therapy and cariostatic benefits. Biol. Sci. Pharm. Res. 2014, 2, 8–12.
[15] *Bernatoniene, J.; Kopustinskiene, D.M.* The Role of Catechins in Cellular Responses. Molecular 2018, 23, 965.
[16] *Masek, A.; Chrzescijanska, E.; Latos, M.; Zaborski, M.; Podsedek, A.* Antioxidant and antiradical properties of green tea extract compounds. Int. J. Electrochem. Sci. 2017, 12, 6600–6610
[17] *Singh, B.N.; Shankar, S.; Srivastava, R.K.* Green Tea Catechin, Epigallocatechin-3-Gallate (EGCg), Mechanisms, Perspectives and Clinical Applications. Biochem. Pharmacol. 2011, 82, 1807–1821.
[18] *Yang, Y.; Zhang, T.* Antimicrobial Activities of Tea Polyphenol on Phytopathogens: A Review. Molecules 2019, 24, 816.
[19] *Schulze, J.; Melzer, L.; Smith, L.;* Teschke, R. Green Tea and Its Extracts in Cancer Prevention and Treatment. Beverages 2017, 3, 17.
[20] *Ye, Y.; Yan, J.; Cui, J.; Mao, S.; Li, M.; Liao, X*. Dynamic changes in amino acids, catechins, caffeine and gallic acid in green tea during withering. J. Food Compos Anal. 2018, 66, 98–108.
[21] *Ahn, W.S.; Yoo, J.; Huh, S.W.; Kim, C.K.; Lee, J.M.; Namkoong, S.E.; Bae, S.M.; Lee, I.P.* Protective effect of green tea extract (polyphenon E and EGCG) on human cervical lesions. Eur. J. Cancer Prev. 2003, 12, 383–390.
[22] *Yang, C.S.; Lambert, J.D.; Sang, S.* Antioxidative and anticarcinogenic activities of tea polyphenols. Arch. Toxicol. 2009, 83, 11–21.
[23] *Hamilton-Miller, J.M.T.* Anti-cariogenic properties of tea (Camellia sinensis). J. Med. Microbiol. 2001, 2001. 50, 299–302.
[24] *Maity, R.; Chatterjee, M.; Banejee, A.; Das, A.; Mishra, R.; Mazumder, S.; Chanda, N*. Gold nanoparticle-assisted enhancement in the anti-cancer properties of theaflavin against human ovarian cancer cells. Mater. Sci. Eng. C Mater. Biol. Appl. 2019, 104, 109909.
[25] *Subramani, C.; Natesh, R.K.* Molecular mechanisms and biological implications of green tea polyphenol, (-)-epigallocatechin-3-gallate. Int. J. Pharma Biosci. Technol. 2003, 1, 54–63.
[26] *Botten, D.; Fugallo, G.; Fraternali, F.; Molteni, C.* Structural Properties of Green Tea Catechins. J. Phys. Chem. B 2015, 119, 12860–12867.
[27] *Jigisha, A.; Nishant, R.; Navin, K.* Green tea: A magical herb with miraculous outcomes. Int. Res. J. Pharm. 2012, 3, 139–148.

[28] Koch, W.; Kukula-Koch, W.; Komsta, Ł.; Marzec, Z.; Szwerc, W.; Głowniak, K. Green tea quality evaluation based on its catechins and metals composition in combination with chemometric analysis. Molecules 2018, 23, 1689. [CrossRef] Int. J. Mol. Sci. 2020, 21, 1744 10 of 11
[29] *Barbosa, D.S.* Green tea polyphenolic compounds and human health. J. Verbr. Lebensm. 2007, 2, 407–413.
[30] *Ambigaipalan, P.; Young, W.; Shahidi, F.* Epigallocatechin (EGC) esters as potential sources of antioxidants. Food Chem. 2020, 309, 125609.
[31] *Lawless, M.W.; O'Byrne, K.J.; Gray, S.G.* Targeting oxidative stress in cancer. Expert Opin. Ther. Targets 2010, 14, 1225–1245.
[32] *Kellogg, J.J.; Graf, T.N.; Paine, M.F.; McCune, J.S.; Kvalheim, O.M.; Oberlies, N.H.; Cech,* N.B. Comparison of Metabolomics Approaches for Evaluating the Variability of Complex Botanical Preparations: Green Tea (Camellia sinensis) as a Case Study. J. Nat. Prod. 2017, 80, 1457–1466.
[33] Amirli F.A., Aghamaliyev Z.Z., Abdullayeva I.G., Pashayeva Z.N.&Aghamaliyeva D.B. The role of nutrition in ensuring healthy living. Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2(148), 2024, 629-638. DOI: 10.32010/mpmc2024.085
[34] Ağamalıyev Z.Z., Abdullayeva İ.Q. Müasir insanın qida pəhrizi və çatışmamazlıqlar. International Conference dedicated to the 60th anniversary of the establishment of the Department of Technology of organic substances and high-molecular compounds. "Modern problems of macromolecular compound technology". 25-26 Aprel 2024, p.151.
[35] Abbasov V.M., Əmirli F.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Z.V., Quliyeva N.R. Qida kimyası. Dərslik. Bakı: Elm, 2023, 260 s.

THE HEALTH BENEFITS OF GREEN TEA AS A HEALTHY FOOD FOR HUMAN HEALTH

F. Emirov[1], V. Suleymanova[2], Z. Aliyeva[3], Ş. Gülnar[4] ,G.Quliyev[5]
[1,2,3,4,5]Azerbaijan State University of Oil and Industry, Baku, Azerbaijan
[1]fariz.emirov@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0000-0002-9095-2982
[2]suleymanovavusale@asoiu.edu.az, https://orcid.org/0009-0005-9189-9588
[3]Zahide.aliyeva@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0000-0002-2758-2421
[4]gulnar.shirinova@asoiu.edu.az, https://orcid.org/0009-0008-5128-605X
[5]**gunel.guliyeva@asoiu.edu.az, https://orcid.org/0009-0004-1253-770X**

Abstract: Green tea, made from the dried leaves of the *Camellia sinensis* plant, is one of the most consumed beverages worldwide. The dried leaves of this plant are used to prepare various types of tea. Green tea has been in use for over 3000 years, with its origin traced back to China, from where it spread to other regions of Asia. Today, green tea is primarily produced in Japan, Indonesia, Vietnam, India, and Sri Lanka. Green tea is particularly rich in catechins, which have antioxidant, anti-inflammatory, and potential anti-cancer properties. This article presents a series of studies on the health benefits of green tea, particularly in improving cardiovascular health, aiding weight loss, and preventing various skin and chronic diseases. The main antioxidants found in the Camellia sinensis plant are catechins. Recent scientific studies have shown that the key factors affecting the antioxidant activity of catechins are the number of hydroxyl groups and the presence of characteristic structural groups. The best source of these compounds is unfermented green tea. The type and origin of green tea leaves can alter their antioxidant properties. Catechins have a strong effect in neutralizing reactive oxygen and nitrogen species. The green tea catechin derivatives include epicatechin, epigallocatechin, epicatechin gallate, and epigallocatechin gallate. The latter of these compounds has the strongest anti-inflammatory and anti-cancer potential. Specifically, the green tea catechins have been widely reported to be effective in preventing lung cancer,

breast cancer, pancreatic cancer, stomach cancer, liver cancer, and prostate cancer. This article aims to summarize the potential anti-cancer effects of green tea catechins and their molecular signaling pathways. It should be noted that green tea and its catechins cannot replace standard chemotherapy, but their beneficial effects may support standard anti-cancer approaches.
Key words: *polyphenols, catechins, Camellia sinensis, flavandiols, LDL cholesterol and triglycerides, carotenoids.*

Полезные свойства зеленого чая как здоровой пищи для человеческого здоровья

Ф. Эмиров[1], В. Сулейманова[2], З. Алиева[3], Ш. Гюльнар[4] ,Г. Гулиев[5]
[1,2,3,4,5]Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Баку, Азербайджан
[1]fariz.emirov@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0000-0002-9095-2982
[2]suleymanovavusale@asoiu.edu.az, https://orcid.org/0009-0005-9189-9588
[3]Zahide.aliyeva@asoiu.edu.az, http://orcid.org/0000-0002-2758-2421
[4]gulnar.shirinova@asoiu.edu.az, https://orcid.org/0009-0008-5128-605X
[5]gunel.guliyeva@asoiu.edu.az, https://orcid.org/0009-0004-1253-770X

Аннотация:
Зеленый чай, получаемый из высушенных листьев растения *Camellia sinensis*, является одним из самых употребляемых напитков в мире. Сухие листья этого растения используются для приготовления различных видов чая. Зеленый чай используется людьми более 3000 лет, его родина — Китай, откуда он распространился в другие регионы Азии. Сегодня зеленый чай в основном производится в Японии, Индонезии, Вьетнаме, Индии и Шри-Ланке. Зеленый чай особенно богат катехинами, которые обладают антиоксидантными, противовоспалительными и потенциальными противораковыми свойствами. В этой статье представлены исследования различных полезных свойств зеленого чая для здоровья, в частности, его влияние на улучшение сердечно-сосудистого здоровья, помощь в снижении веса и профилактику различных заболеваний кожи и хронических заболеваний. Основными антиоксидантами, содержащимися в растении *Camellia sinensis*, являются катехины. Недавние научные исследования показывают, что основными факторами, влияющими на антиоксидантную активность катехинов, являются количество гидроксильных групп и наличие характерных структурных групп. Лучший источник этих соединений — ферментированный зеленый чай. Вид и происхождение листьев зеленого чая могут изменять его антиоксидантные свойства. Катехины имеют мощное влияние на нейтрализацию реактивных форм кислорода и азота. К группе производных катехинов зеленого чая относятся эпикатехин, эпигаллокатехин, эпикатехин галлат и эпигаллокатехин галлат. Последнее из этих соединений обладает самой сильной противовоспалительной и противораковой активностью. В частности, катехины зеленого чая эффективно предотвращают рак легких, рак молочной железы, рак поджелудочной железы, рак желудка, рак печени и рак простаты, что широко описано в научной литературе. Эта статья нацелена на обобщение потенциальных противораковых эффектов катехинов зеленого чая и молекулярных путей передачи сигналов. Следует отметить, что зеленый чай и катехины зеленого чая не могут заменить стандартную химиотерапию, однако их полезные эффекты могут поддержать стандартные противораковые подходы.
Ключевые слова: *полифенолы, катехины, Camellia sinensis, флавандиолы, холестерин ЛПНП и триглицериды, каротиноиды.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1370

RESEARCH BENEFİTS AND HARMS OF TURMERİC

Fariz Amirli[1], Tarana Aghayeva[2], Rasmiyya Mammadova[3], Gunel Azizova[4], Aynur Mammadova[5]

Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan
[1] http://orcid.org/0000-0002-9095-2982, fariz.emirov@asoiu.edu.az
[2] http://orcid.org/0009-0001-0329-5137, terane.agayeva.s@asoiu.edu.az
[3]http://orcid.org/0009-0007-8698-8302, resmiyye.mammadova.e@asoiu.edu.az,
[4]http://orcid.org/0000-0003-1913-4554, azizova.gunel@asoiu.edu.az
[5]http://orcid.org/0000-0002-1938-1320, aynur.memmedova@asoiu.edu.az

Abstract
Curcumin includes seven carbon linkers and three main functional groups: an α, β-unsaturated β-diketone moiety and an aromatic O-methoxyphenol group. Aromatic ring systems, which are phenols, are linked by two α, β-unsaturated carbonyl groups. Turmeric is the dried and crushed root of the plant of the same name from the ginger family. The plant's homeland is the Hindustan Peninsula, where it grows wild. Today, science knows about forty species of the plant, but turmeric or turmeric is most often used to make the spice. It is used not only in cooking, but also as a dye, and in medicine it is used for the prevention and complex therapy of a number of conditions. Turmeric has a fairly strong effect on the body, comparable to the effect of drugs, so its uncontrolled use can be harmful. In this regard, the acceptable consumption rate is considered to be five grams of the product per day. The unique and rich composition, turmeric has many beneficial properties, can improve the health of the body as a whole and help solve individual health problems. Let's tell you more about the main properties of the plant, which have a fairly convincing evidence base.

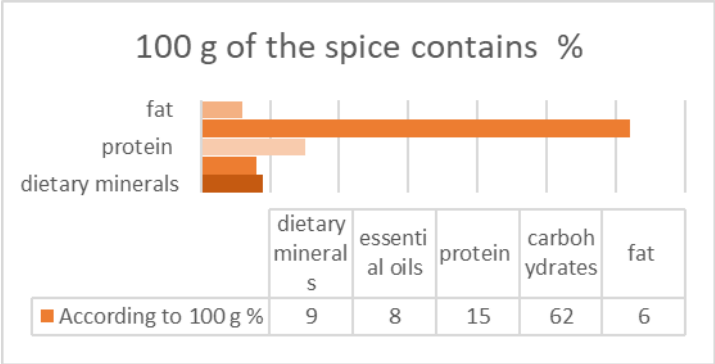
Key words: *body, curcumin, benefit, effect, harm, product, spice.*

Introduction

Turmeric is a plant of the ginger family, the rhizomes and stems of which contain a yellow dye called curcumin. In India, since 600 BC, turmeric has been used to make curry powder. Another name for turmeric is turmeric. The spice is loved for its rich bitter taste, the color it gives to dishes, and its healing properties. The latter are due to active compounds called curcuminoids, their volume is 3% of the total weight of the root or stems [1]. The benefits of turmeric have been confirmed by many studies. The plant has anti-inflammatory and antioxidant properties, improves brain function, reduces the risk of cardiovascular diseases and cancer. Turmeric can be used to prevent Alzheimer's disease, helps with arthritis and depression, and slows down the aging process in the body. Turmeric is used to relieve pain and inflammation, for example, with osteoarthritis. It is worth keeping in mind that curcumin is poorly absorbed into the blood, it is better to eat it with fatty foods. The benefits of turmeric are enhanced by the right combination of spices. For example, the substance piperine, contained in black pepper, significantly improves the absorption of curcumin - on average by 2000% [2].

Metods

The spice is recommended for hay fever, liver disease and itching. Some use turmeric for heartburn and to improve memory, but there is no convincing scientific evidence to support the effectiveness of the spice in these cases [3]. Turmeric contains essential oils and many useful substances: vitamins C, K and B vitamins, iron, phosphorus, iodine and calcium. [4].



It is compared to some pharmaceutical drugs, but, unlike them, the substance does not have serious side effects [6]. Curcumin blocks the NF-kB molecule, which penetrates the cell nuclei and initiates inflammation [7].

Antioxidant properties

Oxidation of the body is considered one of the mechanisms that accelerate aging and provoke diseases. It involves free radicals that react with organic substances - proteins, fatty acids and DNA. Antioxidants, such as turmeric, protect the body from free radicals [8]. In addition, they increase the activity of its own antioxidant enzymes.

Improved brain function

Previously, it was believed that neurons lose the ability to divide and reproduce over time. However, it is now known that they are able to form new connections and increase in number. One of the main reasons for this process is brain-derived neurotrophic factor (BDNF), a type of growth hormone. Many known diseases, including depression and Alzheimer's disease, are associated with a decrease in the level of this hormone. Curcumin can be added to food to prevent these conditions. It increases the level of the brain hormone BDNF, which increases the growth of new neurons and fights various degenerative processes.

It is compared to some pharmaceuticals Reduce the risk of heart disease

Heart disease occurs for many reasons - from genetic predisposition to lifestyle. But scientists are confident that curcumin can prevent health problems. It improves the function of the endothelium, which lines the walls of blood vessels. The destruction of endothelial cells provokes the development of heart disease, pressure problems and deterioration of blood clotting [8]. Studies confirm that curcumin works like the drug atorvastatin — it lowers cholesterol [9]. Another experiment was conducted with 121 patients, each of whom underwent coronary artery bypass surgery. People were divided into two groups, the first was given a placebo, the second — 4 g of curcumin per day several days before and after the surgery. In the control group, according to scientists' calculations, the risk of heart attack decreased by 65% .

Turmeric may prevent cancer. Scientists have proven that the spice affects the growth, development and spread of tumors at the molecular level. It reduces ontogenesis - metastasis and

the appearance of new blood vessels in tumors. The effect of high doses on cancer treatment has not yet been studied, but doctors say that turmeric antioxidants can be used as a preventive therapy to prevent the occurrence of cancer.

Prevention of Alzheimer's Disease

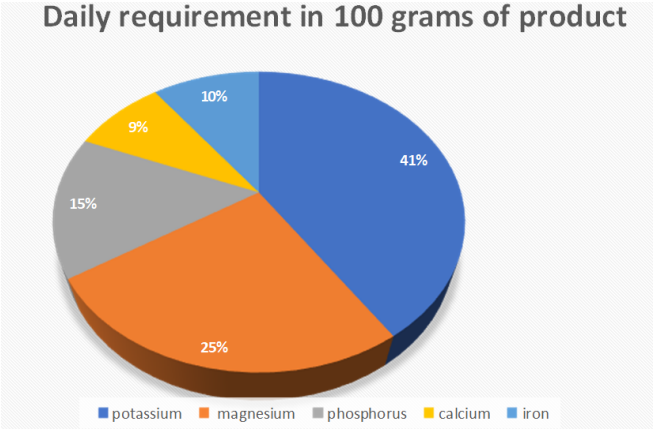
The most common neurodegenerative disease in the world is the leading cause of dementia. There is no cure for Alzheimer's disease, so doctors advise focusing on its prevention. Inflammatory and oxidative processes play a role in the development of the disease, and curcumin reduces their impact. In addition, a key feature of Alzheimer's disease is the accumulation of protein tangles called amyloid plaques. Studies have shown that curcumin helps clear these plaques. Help with arthritis

Curcumin supplements are recommended for patients with joint inflammation. One study involved patients with rheumatoid arthritis. They noted that turmeric was in many cases as effective in relieving pain as a chemical anti-inflammatory drug.

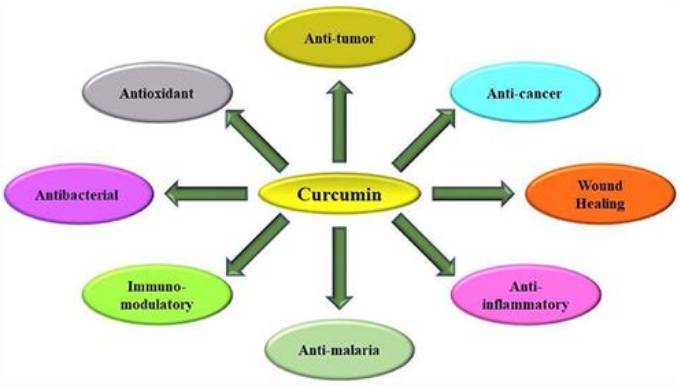
Turmeric has a rich vitamin and mineral complex. At the moment, scientists have identified about a hundred substances in the plant. The main components of turmeric and their amount in 100 grams of the product are presented below.

Chemical composition of turmeric

Proteins – 9.68 g/100 g
Fats – 3.25 g/100 g
Carbohydrates – 67.14 g/100 g
Energy value – 312 kcal/100 g
Potassium – 2080 mg/100 g
Phosphorus – 299 mg/100 g
Magnesium – 208 mg/100 g
Calcium – 168 mg/100 g
Iron – 55 mg/100 g
Vitamin C – 0.7 mg/100 g
Vitamin PP – 1.35 mg/100 g
Vitamin B1 – 0.058 mg/100 g
Vitamin B2 – 0.15 mg/100 g
Vitamin B6 – 0.107 mg/100 g



However, due to the fact that turmeric is not consumed in such quantities, it is not used as a therapeutic agent for deficiency conditions, and most of its beneficial properties are associated not with the vitamin and mineral complex, but with curcumin, a natural polyphenol contained in the roots of the plant. Curcumin is a bright yellow crystalline compound that has immunomodulatory, anti-inflammatory, antioxidant, and hepatoprotective properties. In addition to curcumin, the plant also contains other components that are part of the curcuminoids group, so some researchers believe that the potential therapeutic effect of turmeric is due to the synergistic effect of all curcuminoids [10-11].

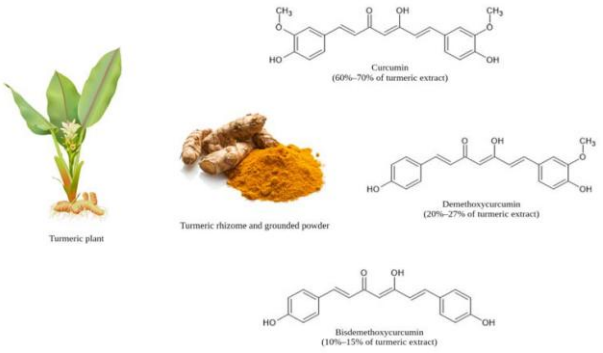


Immunomodulatory effect

Curcumin in the plant is a powerful natural immunomodulator. Studies show that it has a complex effect on the immune system:

- promotes growth, activation of T- and B-lymphocytes, neutrophils, macrophages and other immune cells, increases innate immunity;
- affects the structure of viruses, prevents their reproduction and spread throughout the body;
- blocks the activity of inflammatory cytokines and reduces their expression;
- reduces inflammation and reduces the likelihood of developing pulmonary edema;
- stimulates the production of antioxidants, suppresses oxidative stress caused by inflammation.

It has also been experimentally proven that curcumin is able to induce the expression and production of the anti-inflammatory cytokine interleukin-10, which is produced by many cells of the innate and adaptive immunity.



Antiviral and antibacterial action

Turmeric has a broad spectrum of antiviral activity against a variety of infectious agents: influenza viruses, parainfluenza, herpes simplex, hepatitis B and C, Coxsackie viruses and human papilloma viruses, including the most dangerous strains of HPV-16 and HPV-18.

The studies also demonstrated high antibacterial activity of turmeric extract against Staphylococcus aureus and Staphylococcus epidermidis, Friedlander bacillus, Bacillus subtilis, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa and a number of other microorganisms. In addition, curcumin showed significant antibacterial activity with MIC (minimum inhibitory concentration) values from 5 to 50 μg / ml against 65 clinical isolates of Helicobacter pylori. In addition, it was found that as part of a combination therapy, turmeric extract can enhance the effects of other antiviral, antibacterial and antifungal drugs.

Anti-inflammatory effect

Plant curcuminoids have properties similar to the mechanism of action of non-steroidal anti-inflammatory drugs. They help suppress the activity of the cyclooxygenase-2 enzyme, which regulates the production of the main mediators of pain and inflammation - prostaglandins, and suppress the synthesis of pro-inflammatory cytokines4. However, unlike non-steroidal anti-inflammatory drugs, turmeric extract does not irritate the mucous membrane of the gastrointestinal tract, but, on the contrary, helps maintain its health.

Studies devoted to the study of the anti-inflammatory activity of curcuminoids have demonstrated that they are able to affect various links in the inflammatory response7:

suppress pro-inflammatory transcription factors NF-kB and AP-1;

normalize the expression of mRNA and secretion of proinflammatory cytokines TNFa, IL-1b, IL-2, IL-6, IL-8 and monocyte chemoattractant protein (MCP-1);

reduce the activity of proinflammatory enzymes 5-lipoxygenase and cyclogenase (COX-2 and COX-5);

block the activation pathways of enzymes that trigger gene expression, differentiation and cell death, as well as pathways involved in the synthesis of nitric oxide.

Antioxidant properties

Since oxidative stress is known to cause chronic inflammation, some researchers are of the opinion that the anti-inflammatory potential of turmeric extract is largely due to its antioxidant properties.

The antioxidant effect of curcumin is associated with its ability to suppress the mechanism of the inflammatory response by combining with active oxygen radicals, thereby preventing oxidative damage to cells8. In addition, it has been established that it can inhibit lipid peroxidation, increase the activity of antioxidant enzymes and, conversely, suppress the activity of enzymes that generate active forms of oxygen.

Hepatoprotective properties

Long-term use of drugs, alcohol abuse, and poor nutrition can cause acute and chronic liver pathologies, including fibrosis and cirrhosis. A number of experimental studies modeling such pathologies in vivo and even in clinical trials have proven the presence of a hepatoprotective effect of curcumin [12-14].

The results obtained suggest that the hepatoprotective effect of turmeric extract is realized through its activating effect on the mechanisms that prevent the development of oxidative stress in liver cells: an increase in the activity of antioxidant enzymes and an increase in the level of low-molecular antioxidants. Another mechanism of the hepatoprotective effect of curcumin is due to

its ability to suppress the expression and secretion of proinflammatory mediators and prevent the development of inflammation and cell death. Hypoglycemic effect

Turmeric extract can reduce insulin resistance and triglyceride levels, thereby affecting blood glucose levels. A number of authors believe that curcumin can be used as an adjuvant in patients with metabolic syndrome and a high risk of type 2 diabetes.

Result

Due to its low natural bioavailability, turmeric is often combined with various additives that can cause harm;

Turmeric is a dietary supplement, the degree of purification of which is not as strictly controlled as that of medicinal products, and can be quite low;

Possible interaction of turmeric with other dietary supplements. Often it is precisely the simultaneous application of various substances that contributes to the occurrence of complications.

At the moment, studies do not give an unambiguous answer to the question about the connection of turmeric with hepatitis. There are only separate scientific works demonstrating the ability of curcumin to inhibit, that is, to significantly reduce the activity of an important liver detoxifying enzyme, and accordingly, to potentially exhibit a toxic effect, but additional research is needed to prove this. It can be assumed that the toxic effect depends on the dosage of the substance or its combination with others.

In the USA, curcumin is recognized as safe as a food additive and as a medicinal product. The recommended dosage of the active component — curcumin (not turmeric in powder) — starts from 3 mg/kg of body weight, maximum — up to 10 g per day. These data are given in preclinical and clinical studies, but the observation period is very small for all of them and is limited to 16 weeks. When taking large doses of turmeric, negative reactions from the gastrointestinal tract, diarrhea and nausea, allergic manifestations and increased bleeding are possible when taken together with some antiaggregants and anticoagulants.

There are no data on the release of active curcuminoids of turmeric from breast milk, as well as data on safety for infants. It is proven that turmeric can affect lactation. In India, for example, this plant is traditionally used for its growth. There is no need to exclude the spice during breastfeeding, as it is known that it is safe in food doses, but it should not be used in large quantities.

In 2019, more than 700 patients took part in a meta-analysis on the effect of curcumin on blood pressure. The study showed that only with long-term reception (more than 12 weeks), a decrease in the level of systolic pressure was observed. That is, there is a positive effect, but the data do not allow the use of turmeric as a monotherapy for blood pressure correction.

The use of turmeric in large quantities over the course of several days to "cleanse the body" together with fermented milk products can cause an allergic reaction, diarrhea, nausea, exacerbation of gastrointestinal pathology, such as acute gastritis, and even provoke biliary colic.

References

[1] Елисеева Т., Тарантул А. Куркума (лат. Curcuma) // Журнал здорового питания и диетологии. — 2021. — № 2 (16). — С. 12–24. https://cyberleninka.ru/article/n/kurkuma-lat-c-rcuma

[2] Иммуномодуляция куркумином: роль интерлейкина-10/ Immune modulation by curcumin:

The role of interleukin-10. Моллазаде Х., Цицерон А. Ф., Блессо К. Н., Пирро М., Маджид М., Сахебкар А. Crit Rev Food Sci Nutr. 2019;59(1):89-101. doi: 10.1080/10408398.2017.1358139. Epub 2017 Sep 6. PMID: 28799796.
[3] Обзор антибактериальной, противовирусной и противогрибковой активности куркумина/ A review on antibacterial, antiviral, and antifungal activity of curcumin. Могадамтоуси С. З., Кадир Х. А., Хассандарвиш П., Таджик Х., Абубакар С., Занди К. Biomed Res Int. 2014;2014:186864. doi: 10.1155/2014/186864. Epub 2014 Apr 29. PMID: 24877064; PMCID: PMC4022204.
[4] Антиоксидантные и противовоспалительные свойства куркумина/ Antioxidant and anti-inflammatory properties of curcumin. Менон В. П., Судхир А. Р. Adv Exp Med Biol. 2007; 595:105-25. doi: 10.1007/978-0-387-46401-5_3. PMID: 17569207.
[5] Куркумин при заболеваниях печени: систематический обзор клеточных механизмов окислительного стресса и клиническая перспектива/ Curcumin in Liver Diseases: A Systematic Review of the Cellular Mechanisms of Oxidative Stress and Clinical Perspective. Фарзаи М. Х., Зойбери М., Парвизи Ф., Эль-Сундуни Ф. Ф., Мармузи И., Кой-Баррера Э., Насери Р., Набави С. М., Рахими Р., Абдоллахи М. Nutrients. 2018 Jul 1;10(7):855. doi: 10.3390/nu10070855. PMID: 29966389; PMCID: PMC6073929.
[6] Комбинация куркумина и пиперина предотвращает образование желчных камней у мышей C57BL6, получавших литогенную диету: участвует ли в этом процессе NPC1L1/SREBP2?/ Combination of curcumin and piperine prevents formation of gallstones in C57BL6 mice fed on lithogenic diet: whether NPC1L1/SREBP2 participates in this process? Ли Ю., Ли М., Ву Ш., Тиан Ю. Lipids Health Dis. 2015 Sep 3;14:100. doi: 10.1186/s12944-015-0106-2. PMID: 26335572; PMCID: PMC4557223.
[7] Костюк В.А. Биологическая активность куркумина и перспективы его фармакологического использования // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. -2022. -Т. 20, № 2. -С. 144–151. https://cyberleninka.ru /article/n/ biologicheskaya -aktivnost-kurkumina-i-perspektivy-ego farmakologicheskogo -ispolzovaniya
[8] Зацепина Е. Е. Экспериментальное изучение влияния на скорость мозгового кровотока лекарственных форм с экстрактом куркумы длинной (curcumalonga) // Международный научно-исследовательский журнал. -2022. -№ 6 (120). DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ. 2022.120.6.043
[9] Куркумин и/или омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты снижают резистентность к инсулину и уровень липидов в крови у лиц с высоким риском развития диабета 2 типа: рандомизированное контролируемое исследование/ Curcumin and/or omega-3 polyunsaturated fatty acids supplementation reduces insulin resistance and blood lipids in individuals with high risk of type 2 diabetes: a randomised controlled trial. Тота Р. Н., Ачарья Ш. Х., Гарг М. Л. Lipids Health Dis. 2019 Jan 26;18(1):31. doi: 10.1186/s12944-019-0967-x. PMID: 30684965; PMCID: PMC6347796.
[10] Эффективность экстрактов куркумы и куркумина для облегчения симптомов суставного артрита: систематический обзор метаанализ рандомизированных клинических испытаний/ Efficacy of Turmeric Extracts and Curcumin for Alleviating the Symptoms of Joint Arthritis: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. Дейли Д. В., Ян М., Парк С. J Med Food. 2016 Aug;19(8):717-29. doi: 10.1089/jmf.2016.3705. PMID: 27533649; PMCID: PMC5003001.
[11] Муродова М. М., Кароматов И. Д. Перспективы использования куркумы при

заболеваниях гепато-билиарной системы и желудочно-кишечного тракта // Биология и интегративная медицина. -2022. -№ 4 (57). -С. 279–312. https://cyberleninka.ru /article/n /perspektivy-ispolzovaniya-kurkumy-pri-zabolevaniyah-gepato-biliarnoy-sistemy-i-zheludochno-kishechnogo-trakta
[12] Яковина Д. Куркумин снижает массу тела. Результаты свежего мета-анализа // Электронный ресурс Befirst. Дата публикации 09.10.2020. https://befirst.info/blog/kurkumin-snizhaet-massu-tela-rezultaty-svezhego-meta-analiza
[13] Пероральная биодоступность куркумина из микронизированного порошка и жидких мицелл значительно увеличивается у здоровых людей и различается между полами / The oral bioavailability of curcumin from micronized powder and liquid micelles is significantly increased in healthy humans and differs between sexes. Шиборр К., Кохер А., Бехнам Д., Яндасек Й., Тельстеде С., Франк Я. Mol Nutr Food Res. 2014 Mar;58(3):516-27. PMID: 24402825 DOI: 10.1002/mnfr.201300724.
[14] Совместные добавки куркумина и пиперина и здоровье человека: всесторонний обзор доклинических и клинических исследований/ Curcumin-piperine co-supplementation and human health: A comprehensive review of preclinical and clinical studies. Хейдари Х., Багерния М., Маджид М., Сатьяпалан Т., Джамиалахмади Т., Сахебкар А. Phytother Res. 2023 Jan 31. doi: 10.1002/ptr.7737. Epub ahead of print. PMID: 36720711.

ZƏRDƏÇALIN FAYDALARI VƏ ZƏRƏRİNİN TƏDQİQİ

Fariz Əmirli[1], Təranə Ağayeva[2], Rəsmiyyə Məmmədova[3], Günel Əzizova[4], Aynur Məmmədova[5]
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan
[1] http://orcid.org/0000-0002-9095-2982, fariz.emirov@asoiu.edu.az
[2] http://orcid.org/0009-0001-0329-5137, terane.agayeva.s@asoiu.edu.az
[3]http://orcid.org/0009-0007-8698-8302, resmiyye.mammadova.e@asoiu.edu.az,
[4]http://orcid.org/0000-0003-1913-4554, azizova.gunel@asoiu.edu.az
[5]http://orcid.org/0000-0002-1938-1320, aynur.memmedova@asoiu.edu.az

XÜLASƏ
Zərdəçalın yeddi karbon bağlayıcısını və üç əsas fəaliyyət qrupuna daxildir: α, β-doymamış β-diketon hissəsi və aromatik O-metoksifenol qrupu. Fenollar olan aromatik halqa sistemləri iki α, β-doymamış karbonil qrupu ilə bağlıdır. Zərdəçal zəncəfil ailəsindən olan eyniadlı bitkinin qurudulmuş və əzilmiş köküdür. Zavodun vətəni yabanı halda bitən Hindistan yarımadasıdır. Bu gün elm bitkinin qırx növünü bilir, lakin ədviyyat məhsulları üçün ən çox zərdəçal istifadə olunur. Yalnız həm də boya kimi yeməkdə, həm də boya kimi yemək və tibbdə bir sıra vəziyyətlərin aradan qaldırılması və kompleks müalicə üçün istifadə olunur. Zərdəçal, dərmanların təsirləri ilə istifadə edilən bədənə qədər güclü təsir göstərir, buna görə də onun nəzarətsiz müalicəsi zərərli ola bilər. Bu baxımdan, məqbul istehlak norması gündə beş qram məhsul hesab olunur. Unikal və ərzaq məhsulları olan zərdəçal bir çox faydalı xüsusiyyətlərə malikdir, bütünlükdə sağlamlığını yaxşılaşdırmaq və fərdi sağlamlıq problemlərini həll etməyə kömək edə bilər. Bitkinin daha çox inandırıcı bazası olan əsas xüsusiyyətlər haqqında daha çox məlumat verək.
Açar sözlər: *orqanizm, zərdəçal, fayda, təsir, zərər, məhsul, ədviyyat.*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЬЗЫ И ВРЕДА КУРКУМЫ

Фариз Амирли[1], Тарана Агаева[2], Расмия Мамедова[3], Гюнель Азизова[4], Айнур Мамедова[5]
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
[1] http://orcid.org/0000-0002-9095-2982, fariz.emirov@asoiu.edu.az
[2] http://orcid.org/0009-0001-0329-5137, terane.agayeva.s@asoiu.edu.az
[3]http://orcid.org/0009-0007-8698-8302, resmiyye.mammadova.e@asoiu.edu.az,
[4]http://orcid.org/0000-0003-1913-4554, azizova.gunel@asoiu.edu.az
[5]http://orcid.org/0000-0002-1938-1320, aynur.memmedova@asoiu.edu.az

РЕЗЮМЕ
Куркумин включает в себя семь углеродных линкеров и три основные функциональные группы: α, β-ненасыщенный β-дикетон и ароматическую О-метоксифенольную группу. Ароматические кольцевые системы, представляющие собой фенолы, связаны двумя α, β-ненасыщенными карбонильными группами. Куркума — это высушенный и измельченный корень одноименного растения из семейства имбирных. Родина растения — полуостров Индостан, где оно произрастает в диком виде. На сегодняшний день науке известно около сорока видов растения, но чаще всего для приготовления пряности используют куркуму или турмерик. Ее используют не только в кулинарии, но и как краситель, а в медицине — для профилактики и комплексной терапии ряда состояний.
Куркума оказывает достаточно сильное воздействие на организм, сопоставимое с действием лекарственных препаратов, поэтому ее бесконтрольное употребление может быть вредным. В связи с этим допустимой нормой потребления считается пять граммов продукта в день. Уникальный и богатый состав, куркума обладает множеством полезных свойств, способна улучшить здоровье организма в целом и помочь решить отдельные проблемы со здоровьем. Расскажем подробнее об основных свойствах растения, имеющих достаточно убедительную доказательную базу.

Ключевые слова: *организм, куркумин, польза, эффект, вред, продукт, специя.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1379

RESEARCH ON THE EFFECTS OF FRUIT JUICES

Zahida Aliyeva[1], Dursadaf Djafarova[2], Konul Abbasova[3], Nərgiz Ömərova[4]

Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan
[1]http://orcid.org/0000-0002-6420-1480, zahidaaliyeva69@gmail.com,
[2]http://orcid.org/0000-0002-2758-2421, ceferova.dursedef@gmail.com,
[3]https://orcid.org/0000-0001-8327-0791, abbasova.konul@mail.ru,
[4]http://orcid.org/0000-0002-8721-1059, nergiz_ktf@mail.ru,

ABSTRACT
Freshly squeezed vegetable and fruit juices are a concentrate of useful nutrients. There is no longer any doubt that they are full of microelements necessary for the proper functioning of the body. Thus, vegetable juices help the digestive system. After all, in the form of juice, the stages of digestion and absorption are significantly accelerated and facilitated, which allows you to get energy faster. In addition, vegetable juices (in addition to water) provide good hydration; water is naturally present in vegetables in large quantities, which allows you to hydrate the body more effectively than when consuming whole vegetables in the same volume.
Key words: *fresh, juice, fruit, effect, food, product.*

INTRODUCTİON
Fruit juices: the main problems

After years of being touted as drinks full of vitamins and antioxidants, fruit juices are now suspected of contributing to excess weight and obesity. After all, contrary to popular belief, a glass of fruit juice is not equal to eating one fruit.

For example, to make a glass of orange juice, you need at least 2 or even 3 oranges. A glass of 250 or even 300 ml contains more calories and sugar than if we ate the fruit.

In addition, in liquid form, it is more difficult to control portions, and the feeling of satiety comes later than if you eat a whole fruit.

So, let's highlight the main problems of drinking fresh juices:

Loss of fiber. When we juice, we remove much of the insoluble fiber that is naturally found in whole fruits. For example, a whole orange contains 2.2 g of fiber per 100 g, compared to 0.28 g in 100 g of pure juice, or about 8 times less. This concentrates the sugars, calories, and micronutrients, making them easier and faster to digest, which in turn increases blood sugar levels and increases calorie intake, since fiber is important for feeling full.

Loss of nutrients. Juicing can partially reduce the nutritional value of fruits. This is because juicing exposes nutrients to light and air, which can lead to the loss of some sensitive nutrients, including vitamin C. For comparison, if an orange has 57 mg / 100 g of vitamin C, then freshly squeezed orange juice already has 37 mg / 100 g.

High content of "free sugars". Juicing fruits releases natural sugars, so fruit juice is classified as a source of “free sugar” – a type of sugar that we are advised to reduce our consumption of.

Per 100 ml of juice or smoothie there are 40/60 kcal of sugars, which is pretty close to the

calorie content of the fruit, but the problem is that we always drink more than 100 ml. Usually this is at least a glass, which is 250 ml. Drinking more, we risk dramatically increasing our daily sugar intake.

On average, a 250 ml glass of 100% orange juice contains 20 g of sugar or 4 lumps of sugar, which is almost the daily recommended intake by the World Health Organization (WHO). However, almost everyone's diet also includes many other sugar-containing products.

In addition, in liquid form, the glycemic index is higher than that of whole fruits, in part due to the lower amount of fiber. So, juices stimulate insulin secretion and thus contribute to the accumulation of fatty tissue.



	Medium orange	16oz orange juice	16oz orange soda	Diet orange soda
Sugar	10-13 g	48 g	58 g	0 g
Fiber	++	+/-	-	-
Vitamins	++	++	-	-
Satiety	++	+/-	-	-
Effect on blood sugar	Slow, controlled rise in blood sugar	Rapid blood sugar spike and fall	Rapid blood sugar spike and fall	May alter how body reacts to sugar

Excess fructose. Fruits are a natural source of fructose, a form of sugar that the body processes in the liver. Some experts argue that consuming fructose in liquid form and in large quantities can prevent the liver from doing its job properly. This can lead to a number of health problems, such as obesity, type 2 diabetes, and increased fat production, including in the liver itself. Consuming too much fructose is believed to affect our appetite, so many people associate it with overeating and weight gain.

IMPORTANT: juices should not be taken with medications. Only water is recommended for this.

High glycemic index, excess sugar, low fiber content - with such initial data, fruit juices should be considered, first of all, as a food that brings pleasure, which should be consumed in moderation. For example, nutritional recommendations in the UK recommend limiting the consumption of fruit juices and smoothies to one glass (150 ml) per day.

Nutritionists recommend giving preference to whole fruits - a maximum of three servings per day.

It is also advisable to choose apples or berries instead of citrus fruits - juices from them are not as destructive to tooth enamel.

Disadvantages of vegetable juices

For several years, vegetable juices have been at the peak of popularity. The craze for them has swept the whole world. However, while freshly squeezed vegetable juices are a concentrate of beneficial nutrients for the body, drinking too much of them can have the opposite effect

Here are the main disadvantages of vegetable juices:

Not enough fiber

Vegetable juices do not contain the fiber found in whole vegetables, which can lead to

problems with digestion and intestinal transit.

Contains heavy metals

Cruciferous vegetables such as cabbage, broccoli, cauliflower, and kale have been found to contain high levels of the toxic heavy metal thallium. In addition, many leafy green vegetables such as spinach and kale are rich in oxalates, plant-based compounds that can contribute to kidney stones and inflammation when consumed in large quantities. Finally, some cruciferous vegetables contain goitrogens, natural plant chemicals that inhibit the thyroid's absorption of iodine and reduce the production of thyroid hormones, thereby reducing thyroid function.

It is important to note that these risks generally only apply to exclusive and excessive consumption of vegetable juices. When consumed in moderation and in conjunction with a balanced diet, vegetable juices can be beneficial to the body.

Is it worth following a juice diet

IMPORTANT: a juice diet is contraindicated for people with gastrointestinal diseases, kidney diseases, and diabetes. It is highly undesirable to use it without consulting a doctor.

A juice diet consists of drinking mainly or exclusively juices from fresh fruits and vegetables, thus replacing solid food. The goal of this diet is to provide the body with a large amount of nutrients, vitamins and minerals in just one glass of juice.

People following a juice diet can replace certain meals with juices or drink juices with meals. There are also juice detox programs that involve drinking only juice for a limited period of time, usually 3 to 7 days.

It is important to note that a juice diet can lead to weight loss, as well as a deficiency of proteins and fats, if it is not balanced and not followed under the supervision of a doctor. It is also important to drink freshly squeezed juices and to vary them with fruits and vegetables to avoid nutritional deficiencies.

There are potential dangers to consider when switching to this type of diet, namely:

Protein and fat deficiency

Juice itself is not balanced, as it does not contain enough protein and fat to meet the body's daily needs. This can lead to significant deficiencies in these nutrients if the juice diet replaces all meals. However, it is important to consume enough protein throughout the day to maintain muscle and long-term health. In addition, healthy fats are essential for maintaining energy and hormonal balance. They can also contain fat-soluble vitamins such as vitamin A, D, E and K.

Effect on sugar levels

Juices, especially fruit juices, can contain high amounts of natural sugar, which can lead to spikes in blood glucose levels and health problems such as diabetes. Therefore, it is important to choose juices with a low glycemic index. In addition, if you are on a diet based solely on fruits and vegetables, you are exposing yourself to lipid deficiency. This can lead to weakening of the muscles and skeletal system.

Gastrointestinal diseases

Fruits and vegetables usually contain fiber, which is important for digestive health, which is removed when juicing. This can cause constipation, stomach pain, and other intestinal diseases. Therefore, it is important to be sure to consume fiber during the diet, whether in juice or whole vegetables.

Using juices as meal replacements can be harmful to the body. However, replacing one meal a day with juice is unlikely to cause harm if the rest of your diet is more balanced.

How to benefit from vegetable juices?

Here are some tips to help you avoid potential risks:

Choose freshly squeezed juices: they are richer in nutrients and without added sugar, unlike industrial juices.

Vary the ingredients. Varying the ingredients of vegetable juices is important for a balanced diet. Use different types of vegetables and fruits in your juices to get the most nutrients.

Use as a supplement to your diet: Vegetable juices should not replace full meals, but rather complement them. It is important to eat whole vegetables and fruits to get all the necessary nutrients and fiber.

Choose organic vegetables to avoid pesticides and chemical fertilizers.

Juicing for nutrition is an effective part of a healthy and balanced diet. To reap the true detox effect of fresh vegetable juices, you should regularly drink them in combination with a varied and balanced diet. Only then will you feel the health benefits.

References

[1] Ruxton C & Myers M (2021). Fruit Juices: Are They Helpful or Harmful? An Evidence Review. Nutrients. 13, 1815.EU Science Hub Food-Based Dietary Guidelines in Europe. [(accessed on 30 April 2021)];

[2] US Department of Health and Human Services. US Department of Agriculture . 2020–2025 Dietary Guidelines for Americans. 9th ed. US Government Printing Office; Washington, DC, USA: 2020.

[3] Kromhout D., Spaaij C.J., de Goede J., Weggemans R.M. The 2015 Dutch food-based dietary guidelines. Eur. J. Clin. Nutr. 2016;70:869–878. doi: 10.1038/ejcn.2016.52.

[4] Herforth A., Arimond M., Álvarez-Sánchez C., Coates J., Christianson K., Muehlhoff E. A Global Review of Food-Based Dietary Guidelines. Adv. Nutr. 2019;10:590–605.

[5] Abbasov V.M., Əmirli F.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Z.V., Quliyeva N.R. (2023). Qida kimyası. Dərslik. Bakı: Elm, 260 s.

[6] Amirli F.A., Aghamaliyev Z.Z., Abdullayeva I.G., Pashayeva Z.N.&Aghamaliyeva D.B. (2024). The role of nutrition in ensuring healthy living. Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2(148), 629-638.

MEYVƏ ŞİRƏLƏRİNİN TƏSİRİNİN ÖYRƏNİLMƏSİ

Əliyeva Zahidə[1], Cəfərova Dürsədəf[2], Abbasova Könül[3], Ömərova Nərgiz[4]

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

[1]http://orcid.org/0000-0002-6420-1480, zahidaaliyeva69@gmail.com,
[2]http://orcid.org/0000-0002-2758-2421, ceferova.dursedef@gmail.com,
[3]https://orcid.org/0000-0001-8327-0791, abbasova.konul@mail.ru,
[4]http://orcid.org/0000-0002-8721-1059, nergiz_ktf@mail.ru,

XÜLASƏ

Təzə sıxılmış tərəvəz və meyvə şirələri faydalı maddələrin konsentratıdır. İndi onların bədənin düzgün işləməsi üçün lazım olan mikroelementlərlə dolu olduğuna şübhə yoxdur. Beləliklə, tərəvəz şirələri həzm sisteminə kömək edir. Axı, şirə şəklində, həzm və assimilyasiya mərhələləri əhəmiyyətli dərəcədə sürətlənir və asanlaşdırılır, bu da enerjini daha sürətli əldə etməyə imkan

verir. Bundan əlavə, tərəvəz şirələri (suya əlavə olaraq) yaxşı nəmləndirmə təmin edir; Tərəvəzlər təbii olaraq böyük miqdarda su ehtiva edir ki, bu da bədəninizi eyni miqdarda bütöv tərəvəz istehlak etdikdən daha effektiv şəkildə nəmləndirməyə imkan verir.

Açar sözlər: təzə, şirə, meyvə, effekt, qida, məhsul.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФРУКТОВЫХ СОКОВ

Алиева Захида[1], Джафарова Дурсадаф[2], Аббасова Кёнуль[3], Омарова Наргиз[4]
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
[1]http://orcid.org/0000-0002-6420-1480, zahidaaliyeva69@gmail.com,
[2]http://orcid.org/0000-0002-2758-2421, ceferova.dursedef@gmail.com,
[3]https://orcid.org/0000-0001-8327-0791, abbasova.konul@mail.ru,
[4]http://orcid.org/0000-0002-8721-1059, nergiz_ktf@mail.ru,

РЕЗЮМЕ
Свежевыжатые овощные и фруктовые соки — это концентрат полезных веществ. Теперь уже не остается никаких сомнений, что они полны микроэлементов, необходимых для правильного функционирования организма.Таким образом, овощные соки помогают пищеварительной системе. Ведь в виде сока этапы пищеварения и усвоения существенно ускоряются и облегчаются, что позволяет быстрее получать энергию. Кроме того, овощные соки (в дополнение к воде) обеспечивают хорошее увлажнение; Вода естественным образом содержится в овощах в больших количествах, что позволяет эффективнее насыщать организм жидкостью, чем при употреблении цельных овощей в том же объеме.

Ключевые слова: *фреш, сок, фрукт, эффект, еда, продукт.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1384

AĞ ŞƏRABLARIN İSTEHSALINDA TEMPERATUR AMİLİNİN KEYFİYYƏTƏ TƏSİRİNİN ÖYRƏNİLMƏSİ

Mövlud Hüseynov[1], Zöhrə Əliyeva[2]

[1,2] Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti
[1,2] "İqtisadi və texnoloji elmlər" kafedrası
[1] dosent, texniki elmlər üzrə fəlsəfə doktoru, movlud.huseynov@unec.edu.az
[2] magistr, zohre.aliyeva02@mail.ru

Xülasə.
Məqalədə ağ üzümdən istehsal olunan ağ şəraba təsir edən temperaturun istehsal prosesinə təsiri haqqında danışılmışdır. Aparılan araşdırma nəticəsində temperaturun keyfiyyətə və təhlükəsizlik göstəricilərinə təsiri araşdırılmışdır. Şəraba təsir edən bir çox parametrlər vardır ki, bu parametrlər keyfiyyətə təsir edir və şərab istehsalı üçün çox önəmli hesab olunur. Tədqiqat işində temperatur, pH və SO_2 konsentrasiyası kimi vacib hesab olunan parametrlərin ağ üzüm şərabı istehsalı prosesinə təsiri tədqiq olunmuşdur. Ona görə də yuxarıda qeyd olunan üç dəyişkən müstəqil dəyişkənlər kimi seçilmiş və iki səviyyəli faktorial eksperimental dizayn metodu vasitəsi ilə etanol konsentrasiyası (asılı dəyişkən) ilə bu üç müstəqil dəyişkən arasında olan model əldə edilmişdir. Əlavə olaraq tədqiqatda qeyd olunur ki, temperatur istehsal zamanı ən təsirli olan parametrdir. Ağ şərabın istehsal prosesində istifadə olunan temperaturu PID (Proportional Integral Derivative) nəzarət alqoritması vasitəsindən istifadə edərək 8 gün ərzində 18°C-də idarə olunur. Araşdırmada temperaturun ağ şərab sortlarına və şirəsinə təsiri ilə yanaşı üzümün toplanması prosesinə temperaturun təsirindən də bəhs edilmişdir. Bu iki xüsusiyyət şərabın keyfiyyətinə yüksək dərəcədə təsir göstərir. Araşdırmada fermentasiya zamanı pH dəyərin də dəyişikliklər müşahidə olunmuşdur. Bu zaman yalnız pH deyil, titirlənən turşuluqda da müəyyən dərəcəli dəyişikliklər aşkar olunmuşdur. Fermentasiya prosesi zamanı üzvi turşular duzlarla bərabər uyğun bir balans əmələ gətərəcək formada qalır. Şərabın pH dəyəri 2,9-4,0 arasında sabit tutulmağa çalışılaraq, fermentasiyanın sağlıqlı formada istifadə olunması təmin olunur. Aparılan araşdırmanın nəticəsində şərabların pH dəyərinin standartda verilən pH-la uyğunluğu müşahidə olunmuşdur. Temperaturun təsiri zamanı ən vacib hesab olunan proseslərdən biri də mayalanma göstərilmişdir. Məlum olduğu kimi istər şərabın keyfiyyətinə, istərsə də mikrobiolojik quruluşuna ən çox təsir edən proses mayalanmadır. Ona görə də mayalanma prosesinə temperaturun təsiri ağ şərabın keyfiyyəti baxımından vacib hesab olunur. Eyni zamanda yüksək temperaturun da şəraba olan təsiri araşdırılmış, ağ şərabın keyfiyyətinə olan təsiri haqqında önəmli hesab olunan məqamlardan bəhs olunmuşdur. Yüksək temperaturun ağ şərabın dad və aroma, qoxu tərkibinə olan təsiri əhəmiyyətli hesab olunmuşdur. Nəticədə ağ şərabın keyfiyyətinin yüksək olması, onun istehsalının demək olar bütün mərhələlərində təsir edən temperatur amilindən yüksək səviyyədə asılıdır.
Açar sözlər: ağ şərab, üzüm, temperatur, keyfiyyət

1. Giriş

Şərab, üzümdə rast gəlinən şəkərin oksigensiz mühitdə Saccharomyces cerevisiae mayası

əsasında fermentasiya edilməsi nəticəsində istehsal olunan məhsuldur. Dünyada şərablara temperaturun təsiri və bu temperaturun idarə edilməsi haqqında müxtəlif araşdırmalar aparılmışdır. Bu məlumatlar "Enology" fakultələrində daha dərindən araşdırılmışdır. Üzümlər bəzi miqdarda müəyyən turşular daşıyır. Alkaqol fermentasiyası maya vasitəsi ilə, maloaktik fermentasiya isə süd turşu bakteriyaları ilə həyata keçirilir. Ağ şərab özünəməxsus və fərqli dad və qoxuya məxsus olan alkaqollu içki hesab olunur. Ağ şərab,demək olar, dünya ölkələrinin çoxunda istehsal olunur. Alkaqol fermentasiya prosesi zamanı, mühit bakteriyaların inkişafına uyğun olmur. Beləcə şəkərlər etil spirtinə fermentasiya olunur. Ona görə də, mayalar inkişafı dayandırır. Üzümdə təbii hallarda var olan şəkər, şərab mayalarının vasitəsilə etil spirtinə çevrilir. Şərabın tərkibində üzümün fermentasiya prossesində və daha sonra yaranan başqa maddələrdən ibarət olan turşular vardır. Şərabın tərkibində mövcud olan üzvi turşular iki əsas qrupa bölünür: Üzüm mənşəli olan üzvi turşular: alma turşusu, şərab turşusu və limon turşusu. Fermentasiya prosesinin nəticəsində yaranan üzvi turşular: süd turşu, asetat turşusu, sukkink turşusu, fumarik turşusu və oksal asetat turşusu.

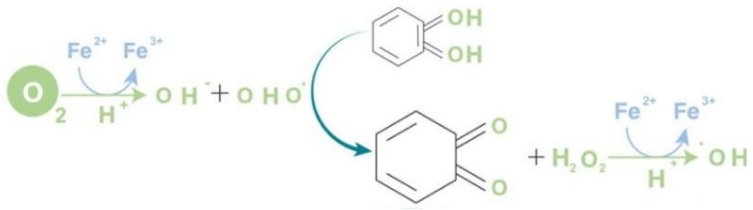
Bunlarla yanaşı fermentasiya prosesində az miqdarda digər turşular (galaktonik, pirüvik, qlukornik, sitramalik, dimetilqliserik) yaranır[1]. Temperatur şəraba və şirəyə təsir edərək onların bəzi fiziki və kimyəvi göstəricilərinə, yəni keyfiyyətinə təsir edir. Şərabın pH dəyəri və titrləşən turşuluğu onun keyfiyyət xüsusiyyətlərinə, əsasən də rənginə və dadına təsir edir. Eyni zamanda Şərabın pH dəyəri və titrləşən turşuluğun təyini oneologiya sahəsi üçün mühüm hesab olunur. Titrləşən turşuluğu eyni zamanda şərabın dadının dəyişilməsinə də səbəb ola bilər. Beləcə titirləmə turşuluğuna təsir edən ən vacib amil temperaturdur. pH isə şərabın biyolojik və kimyəvi tərkibinə, eyni zamanda rəng, oksidasiya kimi parametrlərinə təsir edərək dəyişiklik yaradır. Titrləşən turşuluğu birbaşa pH-dan asılı olan bir parametr deyil. pH şərabın hidrogen ionlarını ölçülməsi nəticəsində müəyyən olunan amildir. Mikrobioloji çirklənmənin baş verməsi də istehsalat prosesində ağ şəraba təsir edən temperaturdan asılı hesab olunur. Şərabın kimyəvi və mikrobioloji cəhətdən sabit qalması və bu xüsusiyyətdərin qorunması üçün turşular ən önəmli amil hesab olunur. Eyni zaman da, turşular şərabın sabitliyinə, rənginə və dadına yüksək dərəcədə təsir göstərir. Şərabın turşuluğunu təyin olunması cəhətdən ən önəmli hesab olunan turşu şərab hesab olunur. Həmçinin ağ şərabın pH-nı 3.0-3.5 arasında olmasını müəyyən edir. Şərabda şərab turşusunun kifayət qədər olması onun aroma və dadını təmin edir. Eyni zamanda Şərabın turşuluğunun müəyyən olunmasında və şərabın sabitliyini saxlaması prosesi üçün də önəmli hesab olunur[2]. Ağ şərabın istehsalı zamanı temperaturun təsiri birbaşa şərabın tərkibindəki turşulara təsir edərək müxtəlif reaksiyaların gedərək şərabın keyfiyyətinə təsir etməsinə səbəb olur. Yüksək pH-lı üzüm əldə olunan şərabların qocalmasında tələb olunan keyfiyyət müəyyən oluna bilməz. Ona görə də temperaturun ağ şərabın pH-ı cəhətdən sabit saxlanması vacib hesab olunur. pH-ı yüksək olan şirənin mikrobioloji cəhətdən çirklənməsi daha az sabit olur, azad SO_2 isə daha az aktiv olur, pH-ın aşağı dərəcədə olması şərabın rənginin sabitliyi də aşağı olur. Bir çox vacib sayılan amil var ki, bu amillərə temperaturun təsiri ağ şərabın keyfiyyətinə təsir edir. Bu amillərdən ən önəmli hesab olunanı şirənin emalı prosesi və mayalanmadır. Bu proseslərin gedişində temperaturun təsiri ağ şərabın dad və aromasına, qoxusuna və xarici görünüşünə ciddi səviyyədə təsir edir.

Material. Tədqiqat işi 2024-2025-ci illərdə universitetin laboratoriyasında aparılmışdır. Üzərində işlənilən ağ şərab nümunələri zavoddan əldə olunmuş və müəyyən temperatura məruz qalaraq araşdırılmışdır. Ağ şərab növlərinin istehsal prosesinin mərhələrində temperatura məruz

buraxaraq keyfiyyət göstəriciləri müəyyən edilmişdir.

Metod. Tədqiqatda ağ şərab növlərini temperatura məruz buraxaraq müxtəlif keyfiyyət göstəriciləri (mikrobioloji, kimyəvi və fiziki) ölçülmüşdür. Tədqiqatda ağ şərab növləri istehsal mərhələlərində bir neçə fərqli temperatura məruz buraxılaraq araşdırılmışdır.

Temperaturun şirə və şəraba təsiri. Temperaturun nəzarətinin əlavələrə bir təsiri varmı? Şərabın keyfiyyəti üçün ən önəmli hesab olunan xüsusiyyətlərdən biri keyfiyyətdir. Məhsulun bütün funksiyalarını əvəz edə bilməsi mümkün olmasa da, kükürd dioksidin təsirini uyğunlaşdıra bildiyi müəyyən məqamlar mümkündür. Şərabın bütün istehsal prosesində müxtəlif hissələrdə mövcud olan fermentlərin fəaliyyətinə təsir edən ən önəmli amil temperaturdur. Enzimlər artıq üzümün tərkibində mövcuddur. Aromaya və üzümün xırtıldamasının dağılmasına oksidləşmə yolu vasitəsilə təsir edə bilər. Eyni zaman da, temperatur məhsulun mikrobioloji cəhətdən çirklənməsinə yəni, tərkibində bakteriyaların, göbələklərin inkişafına təsir edir. Şərabın istehsalında ən çox təsirə məruz qalan növlər: süd turşu bakteriyaları, asetik turşu bakteriyaları, Botrytis cinerea göbələyi və mayalar. Bu sadalananlar hər zaman temperaturun təsirinə məruz qalır. Şərabçı bu amilləri idarə etmək istəyirsə, o əvvəlcə temperatura təsir etməyi bacarmalıdır. Temperaturun yüksəlməsi ferment proseslərinin sürətinə təsir edir. Bioloji sistemlərdə 0^oC temperaturda baş vermir. Temperatur 0^oC-dən yuxarı olduqda reaksiyalar yavaş başlayır. Nəhayət temperatur 37^oC-ə çatdıqda maksimum olur. Temperatur 37^oC-dən yuxarı olduqda fermentlərin quruluşunu müəyyən qədər dəyişir. Beləcə bu enzimatik fəaliyyətin azalmasın və ya da tamamilə dayandırılmasına səbəb olur. Beləliklə, bu nəticəyə gəlmək olar ki, hər enzimatik prosesin özünə xas və optimal temperaturu vardır. Şərabçılar temperaturu idarə edərək şərabın tərkibində mikroorqanizmlərin inkişafını dayandırıb ya da artıra bilər, eyni zaman da digər proseslərə təsir edə bilər. Oksigen təkbaşına şərabda olan əksər birləşmələri oksidləşdirə bilməz. Bu birləşmələri oksidləşdirmək üçün bir katalizatorun elektron transferini yerinə yetirməsi lazımdır. Əsas katalizatorlar dəmir (Fe) və mis (Cu) kimi elementlərdir, çünki onlar molekulyar oksigenə elektronları ötürə bilirlər və bunun nəticəsində yüksək oksidləşdirici radikallar yaranır. Bu radikallar əmələ gəldikdən sonra oksidləşmə zəncirləri yaranmağa başlayır. Ümumiyyətlə, zəncir reaksiyası şəkil 1-dəki kimi görünür.



Şəkil 1: Oksidləşmə prosesinin zəngir reaksiyası

Üzüm yığımı. Bir çox önəmli hesab olunan amil var ki, bu faktorlar şərabın keyfiyyətinə təsir edir. Bu faktorlardan ən önəmlisi də üzümün keyfiyyətidir. Şərab üçün ən önəmli hesab olunan üzüm növləri Chardonnay White Reisling, Gewürztraminer. Üzümün keyfiyyətinin şəraba təsirini nəzərə alaraq bu növ üzümlərdə daha yüksək keyfiyyətdə, aromada, iydə və dadda şərablar əladə edilir. Üzümləri yığıb sıxarkən, temperaturun müəyyən dərəcə də aşağı olması mütləqdir ki, üzüm üzərində ola biləcək göbələk (məsələn, *Botrytis cinerea, Trichothecium roseum*), arzuolunmaz bakteriyalar (məsələn, *Gluconobacter, Acetobacter*) və arzuolunmaz maya

növlərinin (məsələn, non-Saccharomyces mayaları) fəaliyyətini minimuma endirsin. Üzüm dənəciklərinin zədəndiməsi hallarında, şəkər mikroorqanizmlərin metabolizmasında istifadə edə biləcəyi bir amil halına gəlir. Beləcə bu mərhələdə əlavə olunan kükürd dioksid fermentlərin fəaliyyəti ilə yanaşı mikroorqanizmlərin də fəaliyyətini maneə yaradaraq təsir göstərir. Temperatura aparılan nəzarət bu reaksiyaların idarə olunması üçün effektiv bir vasitə kimi hesab olunur. Məlum olduğu kimi üzümün yığılması prosesi bir neçə mərhələdən ibarətdir: üzümlərin yığılması, daşınması, sıxılması və əgər tətbiq olunarsa, macerasiya. Bilinən başqa bir fakt isə bu proseslərin gedişatında temperatur aşağı dərəcədə olmalıdır. Eyni zamanda üzümlərin tərkibində yaranma ehtimalı olan göbələklərin, bakteriyaların və mayaların inkişafının qarşısını alaraq şərabın istehsalı prosesinin müəyyən mərhələsində toksinlərin, turşuların və etanolun yaranmasının qarşısını ala bilir. Üzümlərin keyfiyyətinin zəifləməsi və itkiyə məruz qalması sıxılmış üzümün günəş işığına, bunlarla yanaşı, isti temperatura məruz qalmasıdır. Xüsusilə də üzümlərin zədələnməsi zamanı və ya göbələklər tərəfindən çirkləndiyi zaman, üzümün demək olar ki, bütün növləri təkibindəki maya və göbələklərdən asılı olaraq etanol yarada bilir. Asetik turşu bakteriyaları daha sonra etanoldan asetat turşusu yarada bilər. Üzümdəki mikroorqanizmlər həmişə birgə mövcud olur. Sıxılmış üzümün keyfiyyətinin idarə olunması hər zaman bir çox fərqli amillərə təsir edir. Ribéreau-Gayon və başqaları (2006) üzümlərin 20°C-dən aşağı temperaturda yığılmasını tövsiyə edirlər. Həmçinin, onlar bildirirlər ki, yığılmış üzümlər daşınarkən mümkün qədər tam olmalıdır. Bu yalnız mikroorqanizmlərin böyüməsinin qarşısını almaqla deyil, həm də oksidləşməni və sapların macerasiyasını azaldır[1].

Şirə emalı. Üzümün yığımı, sıxılması prosesi və mayalanma prosesindən əvvəlki qısa mərhələnin şərabın istehsalında xüsusi rol oynayır. Bu dövr mümkün qədər qısa olmalıdır. Eyni zamanda üzümlər mümkün qədər az mexaniki olaraq hərəkət etdirilməlidir və ya da stressə məruz qala bilər ki, oksigenin arzuolunmaz təmasının, dad və aroma itkisinin qarşısı alınsın. Üzüm şirəsi yalnız uzun müddət dayandırılıbsa və ya üzümlər çürüyübse kükürd dioksidlə işlənməlidir. Hava tədarükü mayaların yaranmasına və beləliklə mayalanmaya təkan verir. Lakin bu, yalnız çox kükürd dioksidlə işlənmiş şirə, ciddi şəkildə çürüyən üzümlər və ya tünd üzümlərin ağ sıxılması üçün tövsiyə olunur. Reduktiv üsul vasitəsi ilə şirələrin emalı prosesində fermentlər tərəfindən baş verən oksidləşmə proseslərindən qaçılmalıdır. Müəyyən fermentlər mövcuddur ki, bunlara peroksidaz, polifenol oksidaz aid edilir. Bu fermentlər hava vasitəsi ilə oksigeni bəzi şərab birləşmələrinə ötürməyi bacarır. Beləcə şirənin aromatik tərkibinin azalması baş verir və bu zaman qəhvəyi rəngin yaranması baş verir. Bu sadalananları nəzərə alaraq, aşağı konsentrasiyaya malik olan kükürd dioksid bununla yanaşı çox aşağı temperatur bu prosesi inhibə edə bilər. Ümumiyyətlə, ağ şirə osidləşməyə qarşı daha həssas olur. Ona görə ki, ağ şirənin və ya şərabın aroması, qırmızı şirə və ya şəraba nisbətən daha zəifdir. Şirənin aydınlaşdırılma üsulunda statik çökmə ümumi eyni zaman da aşağı girişli bir emal üsulu hesab olunur. Şirənin tərkibində var olan maddələrdən biri də yüksək asılı maddələrdir. Bu maddələrin şərabın keyfiyyətinə tez-tez mənfi təsir göstərdiyi məlumdur və bu zaman da şirəni təxminən 200 NTU-lik aşağı bulanıqlıq səviyyəsinə qədər aydınlaşdırmaq tövsiyə olunur[1]. Yenə də aşağı temperaturun olması (<20°C) şirədəki maddələrin çökməsi prosesini asanlaşdırmağa kömək edir. Çöküntünün aradan qaldırılması da mümkündür, lakin bu zaman oksidləşdirici fermentlərin(oksidaz fəaliyyəti) miqdarını azalda bilər. Oksidaz fəaliyyətinin azalması çöküntünün götürülməsi və ya istilik müalicəsi ilə inaktivasiya edilməsi ilə əldə edilə bilər. İstilik, enzimin denatürasiyasına səbəb olur və şərab istehsalının bu mərhələsində kükürd dioksidə olan ehtiyacı da azaldır[3].

Mayalanma temperaturu. Mikroorqanizmlərin fəaliyyəti üçün ən önəmli hesab olunan

amillərdən biri ərtaf mühitin temperaturudur və mikroorqanizmlər bu temperaturdan asılıdır. Saccharomyces cerevisiae şərab mayasının mayalanma prosesi də şirənin temperaturun uyğun olaraq dəyişir. Metabolik cəhətdən nəzər yetirdikdə, Spirtli mayalanmanın gedişi prosesi üçün 20-25^{o}C temperatur aralığı çox əlverişli hesab olunur. Lakin bu temperatur başqa xüsusiyyətlərə də təsir edir ki, bu xüsusiyyət mayalanma fəaliyyətidir və temperatur vasitəsi ilə proses güclü gedir. Nəticədə isə şərabın tərkibində olan bəzi aromatik maddələrin miqdarı azalır. Bunu da nəzərə almaqla demək olar ki, ümumiyyətlə spirtli mayalanmalar 15-18^{o}C temperatur aralığına uyğun olaraq aparılmalıdır. Bu proses nəticəsində də mayalanmanı problemsiz vəziyyətdə əldə etməyə imkan yaradır. Əgər mayalanma prosesləri 10^{o}C və ya daha aşağı temperatura qədər soyudularsa, bu temperaturda spirtli mayalanmanı həyata keçirməyi bacaran xüsusui olaraq seçilmiş maya növlərindən istifadə edilməlidir. Yerli mayalardan istifadə etməklə spontan olaraq mayalanmalar adətən daha çox vaxt itkisinə malik olur, xüsusilə də bu proses temperaturu uyğun olaraq daha aşağı olaraq həyata keçirilməlidir. Temperaturun aşağı olması da mayalara xüsusilə yerli mayalara və onların böyüməsinə təsir edərək ləngidir. Nəticədə də mayalanmanın başlanğıcı prosesi və xüsusiyyətləri gecikə bilər. Bunlarla yanaşı, istilik həm kimyəvi reaksiyaların, həm də biodeqredasiyanın sürətləndiricisi rolunda katalizator kimi də istifadə oluna bilər. Bu xüsusiyyət eyni zamanda spirtli mayalanma prosesinə aid olunur. Mayalanma üçün təyin olunan temperaturun dərəcəsi nə qədər yüksək olarsa, maya şəkəri daha sürətlə karbon dioksidə və spirtə çevirəcəkdir. Ümumiyyətlə aşağı dərəcəli temperaturda gedən mayalanma bütün mayalanma prosesini tamamlamaq üçün daha çox vaxt tələb edir. Eyni zamanda, aşağı temperatur ağ şərablar üçün meyvə dadlı esterlerin istehsalına da faydalıdır. Yüksək mayalanma temperaturu şərabdakı uçucu aromatikləri tükəndirə bilər, amma bu, daha xoş aromatik maddələrin istehsalına kömək edir və eyni zamanda ağ şərabların rəng və tanin çıxartması üçün də zəruri bir şərtdir. Lakin, əgər mayalanma temperaturu çox yüksəkdirsə, şərab bişmiş kimi dad verə bilər.

Stabilizasiya. Hətta enerji istehlakı nisbətən yüksək olsa da, soyuq stabilizasiya şərabın stabilizasiya edilməsi üçün çox istifadə olunan və təsirli bir üsuldur. Bu metod, şərabın keyfiyyətini qorumaq və uzun müddət saxlanılmasını təmin etmək məqsədilə tətbiq edilir. Soyuq stabilizasiya zamanı şərab müəyyən bir müddət ərzində donma nöqtəsinə yaxın bir temperaturda saxlanılır və bu, şərabın içindəki bəzi maddələrin çökməsini təmin edir. Bu prosedurda iki əsas çöküntü növü yaranır. Birincisi, şərabda mövcud olan tartarat kristallarının çöküntüsüdür. Tartarat kristalları şərabın keyfiyyətinə zərər verməsə də, görünüş olaraq narahatlıq yarada bilər və şərabın estetik baxımından daha təmiz görünməsini təmin etmək üçün bu çöküntünün aradan qaldırılması vacibdir. İkincisi isə qeyri-sabit kolloid maddələrin çöküntüsüdür. Bu maddələr, şərabın rəngini və dadını dəyişdirə biləcək maddələrdir, o cümlədən qeyri-sabit rəngləmə maddələri və zülallar. Bu çöküntü şərabın içində qalarsa, onun keyfiyyəti və dadı təsirlənə bilər, bu səbəbdən bu maddələrin də aradan qaldırılması vacib hesab olunur. Soyuq stabilizasiya, şərabın şüşəyə doldurulmasından sonra şüşədə yarana biləcək çöküntülərin qarşısını alır. Lakin bu, şərabın şüşədə müalicə temperaturundan daha alçaq bir temperaturda soyudulmadığı halda keçərlidir. Əgər şərab şüşəyə doldurulduqdan sonra daha aşağı temperaturda saxlanarsa, bu çöküntülər yenidən əmələ gələ bilər. Soyuq stabilizasiya, mikrobioloji fəaliyyəti aradan qaldırmaz, çünki bu prosedur yalnız fiziki bir prosesdir. Mikroorqanizmlər, məsələn, bakteriyalar və digər mikroorqanizmlər, şərabın keyfiyyətini poza bilər və onların aradan qaldırılması üçün steril filtrasiya metodundan istifadə olunur. Steril filtrasiya, şərabın içindəki arzuolunmaz mikroorqanizmlərin tamamilə aradan qaldırılmasını təmin edən effektiv bir üsuldur. Daha sonra şərabın stabilizasiyası, şüşəyə doldurulmadan əvvəl kifayət qədər kükürd dioksid dozası əlavə

edilməklə təmin edilir. Kükürd dioksid, şərabın aroma və rənginin qorunmasına kömək edir və onun yaşlanma dövründə meydana gələ biləcək dəyişikliklərin qarşısını almağa yarayır. Kükürd dioksidin əlavə edilməsi, şərabın oksidləşməsinin qarşısını alır və şərabın uzun müddət saxlanılmasını təmin edir. Kükürd dioksid, şərabın yaşlanması zamanı buxarlanma və ya oksidləşmə nəticəsində yaranan aroma itkilərinin və rəng dəyişikliyinin qarşısını alır. Soyuq temperatur, ağ şərabın tərkibindəki kimyəvi reaksiyaların sürətini azaldır, beləliklə ağ şərabın keyfiyyətini qoruyur və onun yaşlanma müddətini uzadır. Bu, şərabın daha yaxşı saxlanmasına və zamanla daha yaxşı dad və aroma inkişafına səbəb olur. Yüksək temperaturda şərabın saxlanılması, onun keyfiyyətinə zərər verə bilər və onun tez bir zamanda köhnəlməsinə səbəb ola bilər. Yüksək dəyərdə olan pH şərabları mikrobioloji korlanmaya çox həssas hala gətirir, bu da orqanoleptik cəhətdən dəyərsizləşməyə və hətta etil karbamat və biogen aminlər kimi zəhərli məhsulların yığılmasına səbəb ola bilər [4]. Bu səbəbdən də, şərabların uzun müddət saxlanması üçün uyğun temperatur şəraitinin təmin edilməsi vacibdir.

Yüksək temperaturun şərab üzərindəki təsirləri. Şübhəsiz ki, şərabın keyfiyyətində və keyfiyyətinin qiymətləndirilməsində ən önəmli hesab olunan amillərdən biri dad və aromadır. Təəssüf ki, bu xüsusiyyətlərə ən çox töhfə verən birləşmələr, eyni zamanda, ən çox yüksək temperaturlardan təsirlənənlərdir. Saxlanma zamanında şərabın qoxulu tərkibinə təsir edən onu dəyişikliyə məruz edən müxtəlif reaksiyalar vardır. Xüsusilə ester hidrolizi/ esterifikasiyası reaksiyaları. Ester tərkibindəki dəyişikliklər, normal şüşə yaşlanması zamanı baş verir və bu reaksiyanın sürətinin saxlanma temperaturu və şərabın pH səviyyəsi ilə artdığı müşahidə edilir. pH artdıqca şərab arzuolunmaz rəng dəyişikliyinə, oksidləşmə reaksiyalarına, bakterial fermentasiyaya, zülalın qeyri-sabitliyinə daha həssas olur, həmçinin şərabda SO2 aktivliyi azalır [5, 6]. Ağ üzüm şərabı üçün lazım olan temperatur yoxlanmasında istifadə olunmalı olan kükürdün miqdarı və istifadə olunacaq temperatur hədəf nöqtəsi üçün 4 müxtəlif temperatur və 4 müxtəlif kükürd miqdarından istifadə olunaraq (Cədvəl 1) sınaqlar həyata keçirilmişdir.

Cədvəl 1. Ağ üzüm şərabına lazım olacaq kükürdün miqdarı və istifadə olunacaq temperatur.

Sınaq	Temperatur	So_2(ppm)
1	24	50
2	18	100
3	18	50
4	12	50
5	30	50
6	24	50
7	18	150
8	25	0

İstiliyin təsirinin olduğu bir sıra tədqiqatlarda məlum olur ki, yüksək temperaturlara məruz qalan ağ şərablarda meyvə ilə əlaqəli amillərə səbəb olan esterlerin önəmli dərəcədə itkisi və yaşlanmış xarakterləri (məsələn, Rieslingdəki TDN kimi) yaradan birləşmələrin erkən yüksəlməsi müşahidə olunur.Asetatlar, qısa zəncirli yağ turşularının etil esterlerinden daha sürətli səviyyədə hidroliz edilir, bu da nəticədə gənc ağ şərablarda meyvənin spesifik qoxusunun yox çıxmasına səbəb olur. Başqa bir tədqiqatda, istilik müalicəsi nəticəsində Chardonnay və Semillon şərablarının aromasındakı dəyişikliklərə səbəb olan prekursor hidrolizi, ester tərkibində və norisoprenoid konsentrasiyasında dəyişikliklərə yol açdığı görülüb. Ağ şərablarda da aroma profilində əhəmiyyətli dəyişikliklər müşahidə edilib və bu dəyişikliklərə səbəb olan birləşmələrin

əhəmiyyətli bir hissəsi birbaşa yüksək temperaturdan təsirlənmişdir.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Donèche, B., Lonvaud, A. (2006): Handbook of Enology Volume John Wiley and Sons, England, p. 407-408
2. Lamikanra, O. 1997. Changes in organic acid composition during fermentation and aging of noble muscadine wine. Journal of Food Chemistry and Agricultural, 45, 935-937.
3. Troost, G. (1988): Technologie des Weines (Handbuch der Lebensmitteltechnologie), 6 Auflage, Ulmer Verlag Stuttgart, p. 318
4. Mira de Orduna, R. (2010). Climate change associated effects on grape and wine quality and production. Food Research International, 43, 1844–1855.
5. Ruffner, H.P. (1982). Metabolism of malic and tartaric acids in vitis. Vitis, 21, 346-358.
6. Esteman, M.A. (1999). Lissarrague and Villanueva, M.J., J.R. Effect of irrigation on changes in berry composition. Am. J. Enol. Vit., 4, 50.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ФАКТОРА НА КАЧЕСТВО В ПРОИЗВОДСТВЕ БЕЛОГО ВИНА

Мовлуд Гусейнов[1], Зохре Алиева[3]

[1,2] Азербайджанский государственный университет экономики

[1,2] Кафедра «Экономических и технологических наук»

[1] Доцент, кандидат технических наук, movlud.huseynov@unec.edu.az

[2] Магистрант, zohre.aliyeva02@mail.ru

АННОТАЦИЯ

В статье обсуждается влияние температуры на технологический процесс производства белого вина из белого винограда. В результате проведённого исследования изучалось влияние температуры на показатели качества и безопасности. Существует множество параметров, влияющих на вино, которые сказываются на его качестве и считаются очень важными для производства вина. В исследовании были изучены влияние таких важных параметров, как температура, pH и концентрация SO_2, на процесс производства белого виноградного вина. Поэтому вышеупомянутые три переменные были выбраны в качестве независимых переменных, и с помощью двухуровневого факториального экспериментального дизайна была получена модель, описывающая взаимосвязь между этими тремя независимыми переменными и концентрацией этанола (зависимая переменная). Дополнительно в исследовании отмечается, что температура является наиболее влиятельным параметром в процессе производства. В процессе производства белого вина температура, используемая, контролируется на уровне 18°C в течение 8 дней с использованием алгоритма PID (пропорционально-интегрально-дифференциального управления). В исследовании помимо влияния температуры на сорта белого вина и его сусло также рассматривается влияние температуры на процесс сбора винограда. Эти два аспекта существенно влияют на качество вина. В ходе исследования также наблюдались изменения значения pH во время ферментации. При этом наблюдались изменения не только pH, но и титруемой кислотности. В процессе ферментации органические кислоты остаются в таком виде, что вместе с солями формируется соответствующий баланс. Стараясь поддерживать значение pH вина в пределах от 2,9 до 4,0, обеспечивается здоровое протекание ферментации. В результате проведённого исследования было установлено, что значение pH вин соответствует стандартным значениям pH. Одним из наиболее важных

процессов, на которые влияет температура, оказалась ферментация. Известно, что процесс, наиболее сильно влияющий как на качество вина, так и на его микробиологическую структуру, — это ферментация. Поэтому влияние температуры на процесс ферментации считается важным для качества белого вина. Одновременно исследовалось воздействие высокой температуры на вино, и обсуждались важные моменты относительно её влияния на качество белого вина. Воздействие высокой температуры на вкус, аромат и состав запаха белого вина считается значительным. В итоге высокое качество белого вина в значительной степени зависит от температурного фактора, влияющего практически на все этапы его производства.
Ключевые слова: белое вино, виноград, температура, качество.

THE STUDY OF THE IMPACT OF TEMPERATURE ON THE QUALITY IN THE PRODUCTION OF WHITE WINES

Movlud Huseynov[1], Zohra Aliyeva[2]
[1,2] Azerbaijan State University of Economics(UNEC)
[1,2] Department of "Economic and Technological Sciences"
[1] Associate Professor, PhD in Engineering, movlud.huseynov@unec.edu.az
[2] Master's Student, zohre.aliyeva02@mail.ru

ABSTRACT

In the article, the effect of temperature on the production process of white wine made from white grapes is discussed. As a result of the research conducted, the impact of temperature on quality and safety indicators has been investigated. There are many parameters that affect wine, and these parameters are considered very important for wine production as they impact its quality. In the study, the effects of important parameters such as temperature, pH, and SO_2 concentration on the white grape wine production process were examined. Therefore, the three variables mentioned above were selected as independent variables, and using a two-level factorial experimental design method, a model was obtained between these three independent variables and ethanol concentration (dependent variable). Additionally, the study states that temperature is the most influential parameter during production. In the production process of white wine, the temperature used is controlled at 18°C for 8 days by employing a PID (Proportional Integral Derivative) control algorithm. The study also addresses not only the effect of temperature on white wine varieties and its must but also the impact of temperature on the grape harvesting process. These two characteristics significantly affect the quality of wine. During fermentation, changes in the pH value were also observed. At the same time, not only pH but also titratable acidity exhibited certain changes. During the fermentation process, organic acids remain in a form that will establish a proper balance together with salts. By attempting to keep the pH of the wine between 2.9 and 4.0, the healthy progress of fermentation is ensured. As a result of the research, it was observed that the pH value of the wines conforms to the standard pH. Among the processes affected by temperature, fermentation was shown to be one of the most important. As is known, the process that most affects both the quality of wine and its microbiological structure is fermentation. Therefore, the effect of temperature on the fermentation process is considered crucial in terms of the quality of white wine. At the same time, the effect of high temperature on the wine was also investigated, and important aspects regarding its effect on the quality of white wine were discussed. The impact of high temperature on the taste, aroma, and odor composition of white wine was considered significant. As a result, the high quality of white wine is largely dependent on the temperature factor that affects almost all stages of its production.
Keywords: white wine, grape, temperature, quality

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1392

SWOT ANALIZ TEXNOLOGIYASI

İmanov Həsən[1], Ayralova Tamara[2]

[1,2]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kimya texnologiya fakültəsi, Bakı, Azərbaycan
tamara.ayralova@gmail.com https://orcid.org/0000-0002-2261-236
Hr.imanov@gmail.com https://orcid.org/0009-0005-5185-9848

Xülasə
Məqalə strateji qərarların qəbulu üçün SWOT təhlilinin (SWOT matrisi) tədqiqi məsələlərinə, tətbiq sahələrinə, bu metodun üstünlüklərinə həsr edilmişdir. Məqalədə qida müəssisələrində, sağlam qida istehsalı üçün lazımlı olan gigiyena şərtlərinin (personal gigiyenası, avadanlıq gigiyenası, xammal gigiyenası, mühit gigiyenası, və s.) təyin olunaraq bu şərtlərin təmin edilməsi, istehsal və xidmət mərhələsində istehlakçı baxımından sağlamlıq riski meydana gətirə biləcək səbəblərin müəyyən edilməsi və bu səbəblərin aradan qaldırılması təməlinə söykənən bir məhsul etibarlılığı sistemləri və onların müqayisəli təhlili barədəətraflı elmi və tədqiqat nəticələrinə əsaslana məlumatlar verilmişdir. Düzgün aparılan SWOT təhlili şirkətin mövqeyini, işlərin necə getdiyini anlamağa, konsensusa gəlməyə və necə və hara irəliləyəcəyinizə qərar verməyə imkan verir.
Açar sözlər. *SWOT təhlili, SWOT matrisi, idarəetmə vasitələri, güclü və zəif tərəflər. imkanlar təhlükələr effektiv təhlil və planlaşdırma üsulu blok sxem kritik kontrol nöqtələri kritik limitləri monitorinq sistemi düzəldici tədbirlər.*

Giriş

SWOT təhlili layihə və ya bizneslə bağlı güclü, zəif tərəflər, imkanlar və təhdidləri birləşdirərək dörd mümkün strateji fəaliyyət sahəsini təklif edən effektiv planlaşdırma vasitəsidir. Bu, biznesin və ya layihənin məqsədinin müəyyən edilməsini və bu məqsədə nail olmaq üçün əlverişli və ya əlverişsiz olan daxili və xarici amillərin müəyyən edilməsini əhatə edir.
SWOT tez-tez strateji planlaşdırma prosesinin bir hissəsi kimi istifadə olunur. SWOT təhlili təşkilatlara müsbət və mənfi cəhətləri (SW) və ondan kənarda, xarici mühitdə (OT) müəyyən etmək üçün təlimat verir. SWOT təhlili müvafiq səlahiyyətlərin məhdud zaman dövrünü imkanlarla müəyyən edir. Ümumi siyasət olaraq, güclü və imkanlar maksimuma çatdırılır, zəif tərəflər və təhdidlər isə minimuma endirilir [1].
SWOT analizinin tarixi:SWOT təhlili texnikası bir çox aparıcı şirkətlərin məlumatlarından istifadə etməklə 1960-1970-ci illərdə Stenford Universitetində tədqiqat layihəsinə rəhbərlik edən Albert Humphrey tərəfindən hazırlanmışdır. Bu tədqiqatın əsas məqsədi korporativ planlaşdırmanın uğursuzluğunun səbəblərini müəyyən etmək idi.
Rəhbərliyin icmallarında SWOT təhlili təşkilatın və onun ətraf mühitinin yoxlanılması mexanizmidir. Bu, əsas məsələlərə diqqət yetirməyə kömək edən planlaşdırmanın birinci mərhələsidir. SWOT-un rolu məlumat almaq və onu daxili və xarici məsələlərə bölməkdir. Bu proses başa çatdıqdan sonra, SWOT məlumatın təşkilatın məqsədlərinə çatmasına kömək edəcək bir şeyi göstərib-göstərmədiyini və ya istənilən nəticələrə nail olmaq üçün aradan qaldırılmalı və ya minimuma endirilməli olan maneəni göstərdiyini müəyyənləşdirir.

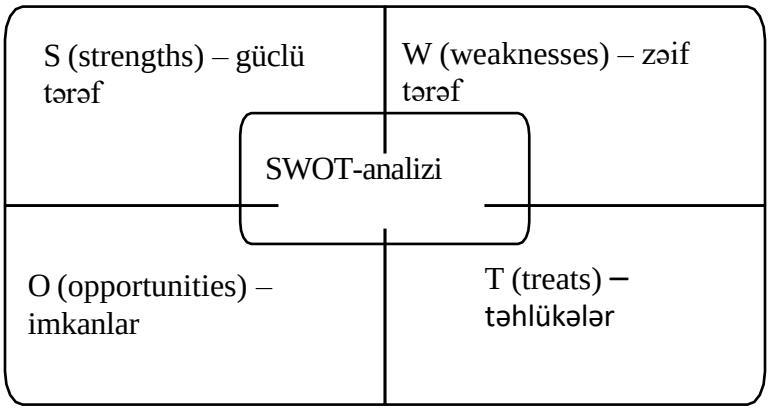
SWOT Analizinin Elementləri. SWOT təhlili ilk növbədə abbreviaturanın dörd elementinə diqqət yetirir, lakin şirkətlər tərəfindən istifadə olunan qrafik format onların səylərinin dərinliyindən və mürəkkəbliyindən asılı olaraq dəyişir. SWOT-un aparılmasının məqsədi birlikdə işləyən müsbət qüvvələri və həll edilməli və ya heç olmasa etiraf edilməli olan potensial problemləri müəyyən etməkdir. Təhlil ümumiyyətlə təşkilatın güclü, zəif tərəfləri, imkanları və təhdidlərinin diaqnostikası vasitəsi kimi təsvir edilir. Təsvir tez-tez SWOT əlaqə matrisinin illüstrativ diaqramı ilə tamamlanır.

Güclü tərəflər:SWOT təhlili alətinin güclü tərəfləri təşkilata daxil olan maddi və qeyri-maddi müsbət keyfiyyətləri izah edir. Onlar şirkətin nəzarəti altındadır [2].

Zəif cəhətləri:SWOT təhlilinin bu elementi təşkilat üçün vacibdir. Bir işdə zəif cəhətləri izləmək çox vacibdir. Zəif tərəflər şirkətin nəzarətində olan və rəqabət üstünlüyü əldə etmək və ya saxlamaq qabiliyyətini azaldan amillərdir. Bu təhlil təkmilləşdirilməsi lazım olan sahələrə işarə edir. Zəif tərəflər arasında təcrübənin olmaması, məhdud resurslar, bacarıq və ya texnologiyaya çıxışın olmaması, xidmətin keyfiyyətsizliyi və ya biznesinizin zəif yeri ola bilər.

İmkanlar.SWOT təhlili imkanları biznesin mövcudluğunun və çiçəklənməsinin səbəbini müəyyən edən xarici cəlbedici amilləri qiymətləndirməyə imkan verir. Bunlar biznesdən kənardır. Bu imkanlar şirkətin marketinq strategiyalarını həyata keçirməklə reallaşdıra biləcəyi potensialı əks etdirir [1].

Təhdidlər.Təhdidlər marketinq strategiyasını və ya biznesin özünü təhdid edə bilən, nəzarətdən kənar amillərdən ibarətdir. Onlar həm də xaricidir və şirkətin onlara nəzarəti yoxdur, lakin onlar yaranarsa, şirkət fövqəladə hal planlarından faydalana bilər. Təhlükə, mənfi tendensiya və ya inkişafın yaratdığı və gəlirin və ya mənfəətin pisləşməsi ilə nəticələnə bilən problemdir. Rəqabət həmişə təhlükədir [3].



Səkil 1. SWOT təhlili

SWOT təhlilinin məqsədi: SWOT təhlili şirkətin rəqabət üstünlüklərini göstərir, satış, gəlirlilik və məhsulun inkişafı perspektivlərini təhlil edir, şirkəti problemlərə hazırlayır və fövqəladə hallarda fəaliyyət planları hazırlamağa imkan verir.

Təhlilinin aparılması üçün addımlar. Strateji planlaşdırmanın əsas məqsədi xarici mühitlə tarazlığı təmin etmək və Təşkilatlar təşkilati effektivliyi maksimuma çatdırmaq üçün yeni proqram və xidmətləri qiymətləndirərək bu tarazlığa nail olurlar. SWOT təhlili ilk növbədə bu işin əsasını qoyan qərar qəbuletmə vasitəsidir.

SWOT təhlilinin 1-ci addımı: Bu mərhələdə şirkət etibarlı məlumatların toplanması və

qiymətləndirilməsi ilə məşğul olmalıdır. Təşkilatdan asılı olaraq, bu məlumatlara demoqrafiya, status, maliyyə mənbələri və/yaxud texnologiyanın cari vəziyyəti daxil ola bilər. Məlumatların toplanması və təhlilindən sonra təşkilatın bu sahələr üzrə imkanları qiymətləndirilir.

SWOT təhlilinin 2-ci addımında təşkilat haqqında məlumatlar toplanır və dörd kateqoriyaya bölünür: güclü, zəif tərəflər, imkanlar və təhdidlər. Güclü və zəif tərəflər adətən təşkilat daxilindəki amillərdən, imkanlar və təhdidlər isə adətən xarici amillərdən yaranır. Təşkilati sorğular təşkilatın maliyyəsi, əməliyyatları və prosesləri haqqında məlumatlar kimi bu məlumatları toplamaq üçün effektiv üsuldur.

Analizinin 3-cü addımı: Bu addımda nəzərdən keçirilən hər bir biznes alternativi üçün SWOT matrisi hazırlanır.

SWOT təhlilinin 4-cü addımı təşkilatın ümumi strateji planına hansı biznes alternativinin ən uyğun olduğunu müəyyən etmək üçün bu təhlilin qərar qəbul etmə prosesinə daxil edilməsini nəzərdə tutur.

SWOT analizinin tətbiqi:Bu təhlil kommersiya təşkilatları üçün praktikdir və qeyri-kommersiya təşkilatları, hökumət təşkilatları və hətta fərdlər tərəfindən istənilən qərar qəbul etmə vəziyyətində də istifadə edilə bilər. Bu böhran vəziyyətlərinin qarşısını almaq və böhranları həll etmək üçün istifadə edilə bilər. Planlaşdırma, problemin həlli, məhsulun qiymətləndirilməsi, rəqiblərin təhlili, özünü inkişaf etdirmək və qərar qəbul etmək üçün istifadə edilə bilər. [1]

SWOT analizi aşağıdakılar üçün istifadə edilə bilər:

1. Seminarlar
2. Beyin hücumu
3. Problemin həlli
4. planlaşdırma
5. Məhsulun qiymətləndirilməsi
6. Rəqibin qiymətləndirilməsi
7. Şəxsi inkişafın planlaşdırılması
8. Qərar Qəbuletmə (Qüvvə Sahəsi Analizi ilə)

SWOT təhlilinin üstünlükləri və çatışmazlıqları

Subyektiv fikirlərə güvənməkdənsə, aktiv düşüncə iştirak edir. O, şirkətin strategiyasını, mövqeyini və istiqamətini nəzərə almaq üçün çərçivəni müəyyən edir. O, həmçinin biznes planlaması, strateji planlaşdırma, strateji marketinq planlaması, rəqiblərin təhlili, biznes və məhsulun inkişafı və hesabat kimi ümumi məqsədli tətbiqlər üçün faydalıdır. SWOT təhlili təşkilata güclü və zəif tərəflərini müəyyən etməyə kömək edir. Strateji düşüncəni dəstəkləyir. Bu, güclü tərəflərinizə diqqət yetirməyə, imkanları tanımağa və onlardan öz xeyrinizə istifadə etməyə imkan verir. Bu, bizə mümkün təhlükələri proqnozlaşdırmağa və onların təsirinin qarşısını almaq və ya azaltmaq üçün tədbirlər görməyə imkan verir.

SWOT təhlili müəssisiənin resurslarını və imkanlarını firmanın fəaliyyət göstərdiyi rəqabət mühiti ilə uyğunlaşdırmağa kömək edən dəyərli məlumat verir [2].

Strateji marketinqin planlaşdırılması və qərarların qəbul edilməsində SWOT təhlilinin bir çox üstünlükləri olsa da, onun bəzi çatışmazlıqları da var. O, subyektiv instinktlərə güvənir, kəmiyyət hesablamalarından qaçır və proqnozlaşdırma imkanlarından məhrumdur, buna görə də bəzən məhsuldarlığa zərər verir.

SWOT təhlili ilə bağlı əsas çətinliklərdən biri ondan ibarətdir ki, o, təşkilati və ətraf mühitin təhlili ilə bağlı dörd elementin əhəmiyyətini vurğulasa da, şirkətin öz şirkəti üçün elementləri necə tanıya biləcəyi məsələsini həll etmir. Bir çox təşkilat rəsmiləri bu elementlərin nə olduğunu

müəyyən edə bilməyə bilər və SWOT çərçivəsi heç bir təlimat vermir. SWOT təhlili vahid kateqoriyalara ayırma prosedurudur və onun çatışmazlıqları var. Şəxs istəmədən yanlış fərziyyələrdən istifadə edə və ya SWOT təhlili üçün istifadə olunan məlumatları ümumiləşdirə bilər və bu, qərar qəbul etmə prosesinə mənfi təsir göstərə bilər. Böyük həcmdə məlumatların daxil olduğu mürəkkəb vəziyyətləri idarə etmək üçün bu, çox uzun vaxt tələb edir [3].
Uğurlu SWOT təhlili etmək üçün aşağıdakı məqamları nəzərə alınır:

1. Realist olmalıdır.
2. Dəqiq olmalıdır.
3. Qısa və sadə olmalıdır.
4. İstifadəçi çox və ya çox az məlumat daxil etməkdən çəkinməlidir.
5. İstifadəçi məlumatı həddindən artıq təhlil etməməlidir, çünki bu, məlumatın təhrif edilməsinə səbəb ola bilər.
6. Bu, həyata keçirildikdə məqsədə çatmağa səbəb olan dəyərli strategiyaların işlənib hazırlanmasına səbəb olmalıdır.

SWOT təhlili biznesinizə təsir edən bütün amilləri qiymətləndirməyə imkan verən sadə və effektiv təhlil və planlaşdırma üsuludur. Təcrübədə bu, ümumi müzakirə zamanı bir matris doldurulan, sonra nəticələr çıxarılan şirkət işçilərinin iclasına bənzəyir [4].
Ad metodun əsas komponentlərinin ilk dörd hərfindən formalaşır.

SWOT təhlilinin əsas komponentləri

SWOT analizinin əsasını kompakt 2x2 matris təşkil edir. Müsbət və mənfi amillər şaquli, daxili və xarici amillər isə üfüqi olaraq yerləşdirilir. Bu intuitiv fərq təhlil prosesi zamanı çaşqınlığın qarşısını almağa kömək edir.
SWOT matrisini təşkil edən dörd komponent Güclü tərəflər (S), Zəif tərəflər (W), İmkanlar (O) və Təhdidlərdir (T). Hər bir komponent aşağıda daha ətraflı müzakirə olunacaq.
SWOT təhlili biznes strategiyası yaratmaq, yəni şirkətin inkişaf yollarını müəyyən etmək üçün istifadə olunur [5].
Əsas vəzifələr aşağıdakılardır:
1. Rəqiblərlə müqayisədə şirkətin güclü və zəif tərəflərini müəyyənləşdirilməsi.
2. Perspektivləri proqnozlaşdırmaq və xarici təhlükələri aşkar etmək.
3.Təhlilin dörd komponentini sintez edin.
SWOT Təhlili Biznes və Strateji Planlaşdırmada dəstəyi.
SWOT təhlili müəssisənin güclü və zəif tərəflərini vurğulamaqla yanaşı, həm də onları xarici və daxili amillərlə əlaqələndirməyə imkan verir. Çox vaxt məlum olur ki, biri digərinin davamıdır və əksinə. Düzgün həyata keçirilən prosedurdan və onun nəticələrinin işlənməsindən sonra şirkət öz mövqeyi və yaxın perspektivləri haqqında aydın təsəvvür əldə edir. Və bu, biznes strategiyasının yaradılması və ya ona yenidən baxılması üçün əla başlanğıc nöqtəsidir.
SWOT təhlilinin üstünlükləri və çatışmazlıqları
SWOT təhlili bütün biznes problemləri və problemləri üçün panacea deyil. Bu, müsbət və mənfi cəhətləri ilə analitik bir vasitədir. O, PEST analizi kimi digər analitik vasitələrlə tamamlanmalıdır. Müəssisələr bəzən öz dinamikalarından və ya qloballaşmanın təsirindən yaranan böhranlara məruz qalırlar. Müəssisələr strateji idarəetmə və strateji təhlil səyləri ilə bu cür neqativlərin öhdəsindən gəlirlər. Burada vacib olan, şübhəsiz ki, strateji təhlil prosesidir. Çünki biznes strategiyasının yaradılmasında ən mühüm proses strateji təhlil prosesidir. Strateji təhlil prosesi şirkətin məqsədlərinin müəyyən edilməsinə və müvafiq strategiyaların müəyyənləşdirilməsinə,

həmçinin xarici mühitin və şirkətin tədqiqinə imkan verir. PEST təhlili müəssisələr tərəfindən istifadə edilən strateji vasitələrdən biridir [6].

Biznes təhlili.

Biznes təhlilinin bəzi məqsədləri və faydaları bunlardır:

1.Biznesin güclü və zəif tərəflərinin müəyyən edilməsi biznesə mühüm strateji və taktiki məlumat verir.

2.Bu, biznesin nə edə biləcəyi ilə nə etdiyi arasındakı fərqi müəyyən etməyə imkan verir.

3.Biznesi ciddi qiymətləndirməyə tabe etmək həm də ətraf mühitlə harmoniyanı və rəqabət üstünlüyünü qorumağı asanlaşdırır.

4.Biznes təhlili ilə xərcləri azaltmaq imkanı, təlim proqramına ehtiyac, paylama kanallarında yenilik, qərar qəbul etmə prosesində yeni kritik nöqtənin ortaya çıxması və ya kommunikasiya sistemində dəyişiklik ehtiyacı ortaya çıxa bilər. Bütün bunlar yeni strategiyaların yaradılmasında vacib məsələlərdir.

PEST təhlili

PESTtəhlili "siyasi , iqtisadi , sosioloji və texnoloji təhlil"in abbreviaturasıdır və strateji idarəetmə prosesi üçün xarici mühitin təhlilində makro səviyyəli ekoloji amillərin təhlilidir Bu təhlil biznesin nəzərə almalı olduğu makro səviyyəli ekoloji amillərin mənzərəsini təqdim edir.

P: Siyasi amillər: Bu, bir ölkədə hökumətin müəyyən bir sənaye üzərində təsir dərəcəsinə aiddir.

E: İqtisadi amillər: Bunlar şirkətlərə birbaşa təsir edən və uzunmüddətli təsirləri olan iqtisadiyyatın fəaliyyətinin müəyyənedici amilləridir.

S: Sosioloji amillər: Bazarın sosial mühitindən yaranır və mədəni meyllər, demoqrafik struktur və əhali statistikası kimi müəyyənedicilərə malikdir.

T: Texnoloji amillər: Texnologiyada görülən və sənayedəki əməliyyatlara təsir edən yenilikləri ehtiva edir. Burada bir bazarda avtomatlaşdırma, tədqiqat və inkişaf fəaliyyətləri və texnoloji məlumatlılıq səviyyəsi qeyd olunur [7].

PEST analizi; Bir işin və ya məhsulun vəziyyətini və xarici inkişaflar çərçivəsində hara getdiyini müəyyən etmək, biznes üçün fürsət və təhdidlər olacaq amilləri müəyyən etmək, fürsətləri biznes üçün üstünlüklərə çevirmək və təhdidləri minimuma endirmək, ortaya çıxan riskləri müəyyən etmək və strateji planlaşdırma zamanı müəssisənin yerləşdiyi ətraf mühit faktorlarını araşdırmaq üçün istifadə olunan vacib bir strateji vasitədir.

Nəticə

SWOT təhlili qərar qəbul etmək və şirkət və onun ətraf mühiti arasındakı əlaqələri anlamaq üçün faydalı vasitədir. SWOT təhlili yeni bir cəhddə təşkilata aid olan güclü, zəif tərəflər, imkanlar və təhdidlərə baxır. SWOT təhlili istifadəçilərə şirkətin gələcəkdə tutmaq istədiyi istiqamət haqqında düşünməyə imkan verən bir vasitədir.

Sadə dillə desək, biznesin təhlili biznesin cari vəziyyətini, onun aktivlərini və imkanlarını müəyyən etmək prosesidir. Bu kontekstdə bu təhlil biznesin mövcud vəziyyətini və onun hansı növ aktivlərə malik olduğunu ortaya çıxaracaqdır. Bundan əlavə, aktivlərin və imkanların vəziyyəti rəqiblərin aktivləri və imkanlarına münasibətdə başa düşüləcəkdir. Buna görə də biznesin təhlili biznesi rəqiblərinin və müştərilərinin nəzərində fərqləndirən xüsusiyyətləri, imkanları və aktivləri müəyyən etmək vəzifəsidir.

Ədəbiyyat

1. Azərbaycan Respublikası Səhiyyə Nazirliyi. Qida məhsullarının təhlükəsizliyinə və qida dəyərliliyinə

gigiyenik tələblər. Bakı.2010.380 s.
2. Аршакуни В.Л. ХАССП из первых рук. // Журнал Методы оценки соответствия. – 2009. – № 7. – С. 4–6.
3. Аршакуни В.Л. От системы ХАССП – к системе менеджмента безопасности пищевой продукции по ИСО 22000. // Журнал Стандарты и качество. – 2008. – №8. – С. 88–89.
4. Бессонова Л.П., Дунченко Н.И. Управление безопасностью в пищевой промышленности на основе системы прослеживаемости. // Журнал Стандарты и качество. – 2010. – №5 – С. 82–85.
5. Сухарев П.Н., Григоренко А.С. Метод SWOT-анализа: его преимущества и недостатки / П.Н. Сухарев, А.С. Григоренко. // Экономические науки. Маркетинг и менеджмент. – 2010. – № 6. – С. 25-28
6. Алексеева М.М. Планирование деятельности фирмы / М.М. Алексеева. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 287 с.
7.Гвозденко А.Н. Использование методики многофакторного SWOT- анализа для разработки стратегических направлений деятельности / А.Н. Гвозденко. // Маркетинг и маркетинговые исследования. 2006. – № 4. – С. 13-16

Swot analysis technology

Imanov Hasan1, Ayralova Tamara2
1,2Azerbaijan State Oil and Industry University, Faculty of Chemical Technology, Baku, Azerbaijan
2tamara.ayralova@gmail.com https://orcid.org/0000-0002-2261-236
1Hr.imanov@gmail.com

Abstract
The article is devoted to the issues of studying SWOT analysis (SWOT matrix) for strategic decision-making, its application areas, and the advantages of this method. The article provides detailed scientific and research results on a product reliability system and its comparative analysis, which is based on determining the hygiene conditions (personal hygiene, equipment hygiene, raw material hygiene, environmental hygiene, etc.) necessary for the production of healthy food in food establishments, ensuring these conditions, identifying the causes that may pose a health risk to the consumer during the production and service stages, and eliminating these causes. A properly conducted SWOT analysis allows you to understand the company's position, how things are going, reach a consensus, and decide how and where to move forward.

Технология SWOT-анализа

Иманов Хасан1, Айралова Тамара2
1,2Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, факультет химико-технологий, Баку, Азербайджан
2tamara.ayralova@gmail.com https://orcid.org/0000-0002-2261-236
1Hr.imanov@gmail.com

Краткое содержание
Статья посвящена вопросам изучения SWOT-анализа (матрицы SWOT) для принятия стратегических решений, областям его применения и преимуществам данного метода. В статье приведены подробные научно-исследовательские результаты по системе надежности продукции и их сравнительный анализ, в основе которого лежит определение гигиенических условий (личной гигиены, гигиены оборудования, гигиены сырья, гигиены окружающей среды и т. д.), необходимых для производства здоровой пищи на предприятиях питания, обеспечение этих условий, выявление причин, которые могут представлять риск для здоровья потребителя на этапах производства и обслуживания, и устранение этих причин. Правильно проведенный SWOT-анализ позволяет понять положение компании, как идут дела, прийти к консенсусу и решить, как и куда двигаться дальше.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1398

QIDA OBYEKTLƏRINDƏ HACCP (TƏHLÜKƏNIN ANALIZI VƏ KRITIK NƏZARƏT NÖQTƏLƏRI) SISTEMININ TƏTBIQI

Əmirli F.[1], Ayralova T.[2], Imanov H.[3]

[1,2,3] **Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kimya texnologiya fakültəsi, Bakı, Azərbaycan**
[1]fariz.amirli@ gmail.com :// https://orcid.org/0000-0002-2261-236
[2]tamara.ayralova@ gmail.com :// https://orcid.org/0000-0002-2261-236
[3]Hr.hasan @gmail.com https://orcid.org/0009-0005-5185-9848

Xülasə.Təqdim olunan məqalədə Təhlükə analizi və Kritik Nəzarət Nöqtəsi (HACCP) və hazırkı Yaxşı İstehsalat Tətbiqləri (cGMP), qidanın təhlükəsiz olmasını təmin etmək üçün prosesdən sonrakı çirklənmənin qarşısını almaq və görünən yararlı keyfiyyət üçün qida istehsalının, emalının, qablaşdırılmasının və sanitariya şəraitində saxlanmasının təmin edilməsi üçün lazım olan məlumatlar verilmişdir. Bildiyimiz kimi HARPC planı daxilində, qida təhlükəsizliyi təhlükələrinin qiymətləndirilməsi daha genişdir. Məqalədə istixanalarda tərəvəz (pomidor) istehsalının bioloji, fiziki, kimyəvi və radioloji təhlükələr təbii toksinlər, pestisidlər, dərman qalıqları, xarab olmuş material, parazitlər, allergenlər və təsdiqlənməmiş qida və rəng əlavələri təbii olaraq meydana gələn təhlükələr və təsadüfən tətbiq olunan təhlükələr barədə analizlər göstərilmişdir. Əsas məqsədlər təhlükənin baş verməsinin qarşısını almaq, qida təhlükəsizliyi təhlükəsini məqbul və ya təhlükəsiz səviyyəyə endirmək və ya azaltmaqdır.

Açar sözlər. *Təhlükə Analizi və Kritik Kontrol nöqtələri, müsbət və mənfi amillər, güclü tərəflər (S), zəif tərəflər (W), imkanlar (O) və təhdidlərdir (T), Blok sxemi*

Giriş.

Təklif olunan HARPC HACCP planı ilə yaxşı uyğunlaşsa da, qismən fərqlənir ki, kritik nəzarət nöqtələri deyil, elm və ya risk əsaslı profilaktik nəzarət tələb olunur. Buna görə, HARPC çərçivəsində kritik hədlərin yaradılması tələb olunmayacaqdır. Bununla birlikdə, əhəmiyyətli qida risklərini minimuma endirmək üçün profilaktik nəzarətin etibarlılığı nümayiş etdirilmiş və ya "sınanmış və həqiqətə uyğun" elmi məlumatlar və ya orijinal elmi ədəbiyyatlarla dəstəklənməlidir. HACCP planı məcburi deyil, lakin FSMA HARPC, FSMA aktına əsasən qanunla məcburidir. HACCP (Təhlükə Analizi və Kritik Kontrol nöqtələri) və HARPC (Təhlükə Analizi və Risklərə əsaslanan profilaktik kontrollar) həm profilaktikaya əsaslanan qida təhlükəsizliyi standartlarıdır, həm də icra baxımından fərqlidirlər. Onların fərqləri və oxşarlıqları, əksər qida istehsalçıları üçün o qədər də vacib deyildir. HARPC planı əvəzetmə kimi qəbul edilməməli, adi HACCP planına zəruri bir yüksəliş kimi qəbul edilməlidir. Sistemlərin bir-birinə necə uyğun olduğunu başa düşmək hər ikisini həyata keçirmək üçün ilk addımdır [1].

Nəzəri hissə.

HACCP, Codex Alimentarius Komissiyası (və ya 'Qida Kodeksi') və Qida üçün Mikrobioloji Meyarlara dair Milli Məsləhət Komitəsi tərəfindən tövsiyə edilən dünya miqyasında tanınan riskə əsaslanan profilaktik bir yanaşmadır.

Ümumiyyətlə üç əsas qida təhlükəsizliyi təhlükəsini idarə etməyə yönəlmişdir: bioloji, kimyəvi və

fiziki. HACCP proqramı ət və quşçuluq müəssisələri (USDA yurisdiksiyası daxilində) və şirə istehsalı və dəniz məhsulları emalı müəssisələri (FDA yurisdiksiyasında) üçün qanuni olaraq məcburidir [2].

HACCP-nin 12 addımı aşağıdakılardır.

1.HACCP komandasının yaradılması
2. Məhsulun təsvir edilməsi
3. Məhsulun istifadəsinin təyini
4. Blok sxemin qurulması
5. Blok sxemin yerində təsdiqlənməsi
6. Təhlükə analizlərinin aparılması (Prinsip 1).
7. Kritik kontrol nöqtələrinin müəyyənləşdirilməsi (Prinsip 2)
8. Hər bir kritik kontrol nöqtəsi üçün kritik limitlərin müəyyənləşdirilməsi (Prinsip 3)
9. Monitorinq sisteminin yaradılması (Prinsip 4)
10. Düzəldici tədbirlər proqramının hazırlanması (Prinsip 5)
11. Doğrulama prosedurlarının yaradılması (Prinsip 6)
12. Sənəd və uçot işinin aparılması (Prinsip 7)

HARPC-nin 7 addımı

1. Təhlükələri qiymətləndirilməsi - Bu, məhsula xas olan normal təhlükələri və digər təhlükələri (yuxarıda sadalananları) və qida müdafiəsi və fövqəladə halların idarə olunması kimi obyektlərə xas olan narahatlıqları əhatə edir.
2. Profilaktik kontrol- Bunlara qida təmas nöqtələri üçün sanitariya prosedurları, işçilərin gigiyena təlimləri, ətraf mühitin monitorinqi, təchizatçıların yoxlanılması və sair daxildir.
3. Kontrolun effektivliyinə nəzarət - Bütün nəzarət vasitələri kritik hədd sayı ilə ölçülə bilməz, lakin bu profilaktik nəzarət tədbirləri müntəzəm olaraq qiymətləndirilə bilər.
4. Düzəldici tədbirlər tətbiq edilməsi – Geri çağırma planları qabaqlayıcı tədbir kimi görünməyə bilinər, ancaq bir məhsulun səhv olduğunu bilmək və istehlakçıların əlindən uzaqlaşdırmaq arasındakı kritik addımlar nəzarətdəki zəif yerlərin müəyyənləşdirilməsi və düzəldilməsini əhatə etməlidir. Məqsəd təhlükəli və uyğun olmayan qida məhsulunun yaranmasının qarşısını almaqdır[3].
5. Doğrulama prosedurunun təyini. Doğrulama prosesi müəssisənin qida təhlükəsizliyi standartlarına ardıcıl olaraq səmərəli cavab verməsini təmin edir.
6. Düzgün və tələb olunan uçot qaydalarına əməl edilməsi. Hər hansı bir FDA qərarında olduğu kimi, heç bir şey qeydə alınmayana qədər düzgün aparılmır.
7. Planı hər 3 ildə bir dəfə və ya ehtiyac olduqda yenidən qiymətləndirilir. Prosesdə və ya məhsulda dəyişiklik olduqda, HARPC planları yenidən qiymətləndirilməlidir.

Tədqiqat metodları

Məlumatların toplanması və hazırlanması. Güclərin müəyyənləşdirilməsi.

SWOT təhlili zamanı diqqəti müzakirə olunan məsələyə uyğun və vacib olan güclü tərəflərə yönəltmək vacibdir. Söhbət şirkəti rəqiblərindən yaxşıya doğru fərqləndirən keyfiyyətlərdən gedir: bunlar yaxşı qurulmuş istehsal, ucuz xammal, bacarıqlı kadrlar və s. ola bilər.

Güclü tərəfləri müəyyən etmək üçün sualları aydın şəkildə formalaşdırmalıdır. Müzakirə üçün bəzi ilkin mövzular bunlardır:

Zəif cəhətlərin müəyyən edilməsi. Burada rəqiblərlə müqayisədə şirkətinizin cəlbediciliyini azaldan hər şeyi vicdanla müzakirə etmək vacibdir. Bunlar tamamilə fərqli səviyyəli amillər ola

bilər: istehsalın artırılmasına imkan verməyən kiçik tutumlardan tutmuş çatdırılma xidmətindəki uğursuzluqlara qədər.

Fürsətlərin təhlili. Bu bölmədə bazar vəziyyətini şirkət üçün yaxşılığa doğru dəyişə biləcək hadisələr və ətraf mühit amilləri müzakirə olunur. Fürsətləri görə bilmək vacibdir, çünki onlar həmişə göz qabağında olmaya bilər. Texnologiyada irəliləyişlər, iqtisadiyyatdakı dəyişikliklər və tələb dinamikası daima yeni imkanlar açır – sual ondan ibarətdir ki, kim daha yaxşı yararlana bilər [4].

Təhdidlərin müəyyən edilməsi. Burada diqqət şirkətə potensial mənfi təsir göstərən xarici mühitdəki dəyişikliklərə yönəldilir. Çox vaxt onlara təsir edə bilməyəcəyini başa düşmək vacibdir. Məsələn, tələbin azalmasına və digər çətinliklərə səbəb olan tammiqyaslı iqtisadi böhranın qarşısını bir şirkətin səyləri ilə almaq mümkün deyil. Ancaq belə bir böhrana uyğunlaşmaq mümkündür və lazımdır.

Son SWOT matrisinin tərtib edilməsi.

Nəticə biznesin inkişafı üçün lazım olan tədbirləri ehtiva edən həll matrisi olmalıdır. Düzgün doldurulmuş matris bütün prosedurun uğurunun açarıdır. Müxtəlif amilləri bir-biri ilə əlaqələndirmək və dörd kombinasiya əldə etmək lazımdır.

Toplanmış fikirləri matris üzrə paylayaraq, lider şirkətin inkişafına töhfə verəcək və onu uğursuzluqdan qoruyacaq xüsusi həllərin siyahısını tərtib edir. Tapılan həllər prioritet sırasına görə sıralanır. Bu, ya iclasın rəhbəri tərəfindən tamamlandıqdan sonra, ya da şirkət və ya şöbənin rəhbəri tərəfindən edilə bilər.

Mütəxəssislər dörd əsas strategiya növünü müəyyən edirlər:

sıçrayış strategiyası üstünlüklərə və imkanlara diqqət yetirir;

Birinci keçid strategiyası firmanın güclü tərəflərinin xarici riskləri azaltmağa necə kömək edəcəyini müəyyən edir;

İkinci keçid dövrünün strategiyasında çatışmazlıqların üstünlüklərə çevrilməsi vurğulanır;

Sağ qalma strategiyası insanın öz zəif tərəflərini və xarici təhlükələri aradan qaldırmağa yönəlmişdir.

SWOT təhlili apararkən ümumi səhvlərdən necə qaçınmaq olar

Sadə görünən səhvlər və çatışmazlıqlar səyləri inkar edə bilər. Buna görə də, SWOT təhlili apararkən onlardan xəbərdar olmaq və onlardan qaçmağa çalışmaq çox vacibdir.

Müxtəlif amillərin qarışdırılması, daxili və xarici faktorların düzgün seçilməməsi.

Matrisə uyğun olmayan amillərin daxil edilməsi.

Bacarıqlı SWOT təhlili üçün qarşıda duran vəzifədən, həmçinin müəyyən bir şirkətin xüsusiyyətlərindən asılıdır.

Güclü tərəflər + İmkanlar: yeni bazarlara yeni məhsulların təqdim edilməsi, satışın artırılması, böyük partiyalarda istehsalın optimallaşdırılması.

Güclü tərəflər + Təhdidlər: Daimi müştəriləri yeni məhsullar, onlayn satışlarla alış-veriş etməyə həvəsləndirmək.

Zəif tərəflər + İmkanlar: çeşidin genişləndirilməsi, məhsul xəttinin modernləşdirilməsi, onlayn təşviq, investorların tapılması, sənaye sərgilərində iştirak.

Zəif tərəflər + Təhdidlər: müştərilərin rəyi, bazar mövqelərinin qorunması.

Bu vəziyyətdə təhlilin nəticələrinə əsasən aşağıdakı nəticələr çıxarılacaqdır, məsələn: həm texniki xarakteristikalar, həm də dizayn baxımından məhsul xəttini yeniləmək üçün yeni texnologiyalardan istifadə etmək lazımdır [5].

Tədqıqatlar və alınan nəticələr
Məhsulun təsviri və təyinatı
Tədqiqat obyekti olaraq pomidor yetişdirilməsi və alıcıya çardırılmasına qədər olan proseslər əsas götürülmüşdür. Pomidor şitillərinin əkilməsi becərilməsi becərilmənin düzgün həyata keçirilməsi üçün lazım olan bütün aqrotexniki kimyəvi bioloji və digər tədbirlər həyata keçirilmişdir.
Məqsəd isə belə olmalıdır. Təzə, təmiz, sağlam, kənd təsərrüfatı zərərvericiləri tərəfindən zədələnməmiş, bərk, saplaqlı, mexaniki zədələnmələr və günəş yanıqları olmayan pomidorlar istehlakçıya çatdırılmalıdır.. Pomidorların saplaqları təzə olmalıdır.
Məhsulun təsviri, parametrlər, tərkibi və orqanoleptika aşağıda cədvəllərdə verilmişdir.

Cədvəl 1. Orqanoleptik göstəricilər

Adı	Rəngi	Dadı
Təzə pomidorlar ГОСТ 1725-85	Qırmızı, çəhrayı	Pomidorların bu sortuna xas, kənar dad və qoxu yoxdur

Cədvəl 2. Fiziki – kimyəvi göstəricilər

Göstəricinin adı	Norma
Rütubət ГОСТ 1725-85	65-75 %
Ph ГОСТ 1725-85	5.5 -6.5.
Ec ГОСТ 1725-85	2.6 %
Salxım kütləsi	450-500 q
Təkli kütləsi	100-110 q

Ağır metalların miqdarı “Qida əlavələri üzrə sanitar norma və qaydalarında” göstərilmiş normalardan artıq olmamalıdır. Ağır metalların və pestisidlərin miqdarı cədvəl 3.də verilmişdir.

Cədvəl 3. Ağır metalların miqdarı:

Metalın adı	Təyinetmə metodu	Yol verilən parametrlər
Civə	OCT 26927	max. 0.005 mg / kg
Arsen	OCT 26930	max. 0.2 mg / kg
Qurğuşun	OCT 26932	max. 0.3 mg / kg
Kadmium	OCT 26933	max. 0.03 mg / kg
Pestisidlərin təyin edilməsi: 1) Acetamiprid 2) Boscalid 3) Tebuconazole	OCT 30349	0,5-0,01 mg / kg 0,5-0,01 mg / kg 0,5-0,01 mg / kg
Sezium Stronsium	OCT 54015 OCT 54015	80 Bk / kg 40 Bk / kg

İstifadə olunan inqridiyentlər və xammallar aşağıda cədvəl 4.də göstərilmişdir.

Cədvəl 4. İstifadə olunan inqridiyentlər və xammallar

	Adları	standartlar
1	Kalsium Nitrat (Ca(NO3))	15245-12-2
2	Nitrat turşusu (LT)HN03	7697-37-2
3	Kalium Nitrat (KNO3)	7757-79-1
4	Amonium Nitrat (NH4NO3)	6484-52-2
5	Kalium Xlorid (KCL)	7447-40-7
6	Ferrum (Fe – 6%)	14127-55-0
7	Fosfat turşusu (H3PO4) (LT)	7664-38-2
8	Kalsium Sulfat (K2S04)	7778-80-5
9	Kalium (KNO3)	7757-79-1
10	Magnezium Sulfat (MgS04)	10034-99-8
11	Magnezium Nitrat (N03) 2	10377-60-3
12	Nitrat turşusu (LT) (HN03)	7757-79-1
13	MAP – NH4H2PO4	7722-76-1
14	Monokalium - Ortofosfat (MKP-KH2PO4) MKP	7778 –77-0
15	Mangan (MN)	7439-96-5
16	Sink (Zn)	7440-66-6
17	Bor	7440-42-8
18	Mis	
19	Molibden	7439-98-7
20	HN03 (Lt)	7697-37-2

İstehsal prosesinin qısa təsviri aşağıdakı mərhələlərdən ibarətdir.
- Pomidor şitilləri sənaye istixanalarında əkilmək üçün nəzərdə tutulmuşdur.
1. İstixananın əkinə hazırlanması
2. Xidmət göstərən şitilxanaların monitorinq olunması
- Şitillərin istixanada əkilməsi
- Suvarma və mineralların daxil edilməsi
- Aqrotexniki işlərin başlanması
- Pestisidlərin tətbiq edilməsi
- Tozlandırma üçün arıların buraxılması
- Vegetasiya dövrü ərzində aqrotexniki işlərin başlanması
- Hazır məhsulun yığılması
- Çeşidləmə
- Paketləmə
- Müştəri

Aşağıda cədvəl 5.də istehsal olunan məhsulların təzə pomidorların qablaşdırılmasının saxlama şəraitinin yararlılıq müddətinin və digər mühüm məlumatlar verilmişdir.
Bu məlumatlar əsasında istehlakçı məhsulun keyfiyyəti barədə düzgün qərar qəbul edə bilir.

Cədvəl 5. İstehlakçıya məhsulun keyfiyyəti barədə verilən məlumatlar

Qablaşdırmanın tipi	Karton yeşiklər
Saxlama şəraiti	7-10 C temperaturda, 85 - 90 % nisbi rütubətdə saxlamalı
Yararlılıq müddəti	1 ay
Etiketin üzərində təlimat	Ünvan, müəssisənin adı, saxlama müddəti, temperatur, kütləsi, buraxılış tarixi, mənşəyi, GMO-suz
İstehlakçılar qrupu	Məhdudiyyətsiz
İstifadə üzrə tövsiyələr	İstehlak üçün hazırdır.

Nəticə

SWOT təhlili bütün qaydalara uyğun aparılsa belə, onun köməyi ilə əldə edilən nəticələr praktikada tətbiq edilmədikdə heç bir dəyəri yoxdur. Buna görə də, görüşün əsas nəticəsi həmişə strategiya hesab olunur - şirkətdə dəyişikliklərin olacağı, problemlərin həll ediləcəyi və imkanların reallaşacağı plan.

Hər hansı bir cəhddə olduğu kimi, böyük məqsədlər qoymaq və sonra onları daha konkret vəzifələrə bölmək vacibdir. Və hər şeyin işləməsi üçün hər bir tapşırıq üçün onun həyata keçirilməsinə cavabdeh olan konkret insanları müəyyənləşdirməyə dəyər.

Yuxarıda verilən əldə olunmuş nəticələr əsasında pomidor istehsalının düzgün həyata keçirilməsi sonda baş verəcək bütün neqativ halların aradan qaldırılması məqsədilə prosesin əvvəlində qabaqlayıcı tədbirlərlərin həyata keçirilməsi məqsədilə Pomidorların istehsalının axın diaqramı göstərilmişdir. İstehsalın hər mərhələsində olan bütün növ risklərin təsviri, təhlili, qiymətləndirilməsi və nəzarət tədbirləri həyata keçirilmişdir.HACCP planı hazırlanmışdır.

Ədəbiyyat

1. References Cadle, J., Paul, D. and Turner, P. (2010), Business Analysis Techniques, 72 Essential Tools for Success, BCS The Chartered Institute for IT.

2. Johnson, G., Whittington, R. and Scholes, K. (2009), Exploring Corporate Strategy with MyStrategyLab, Financial Times/Prentice Hall.

3.Kotler, P., Keller, K.L., Brady, M., Goodman, M., and Hansen, T. (2009), Marketing Management, Pearson Education.

4. McDonald, M. and Wilson, H. (2011), Marketing Plans: How to Prepare Them, How to Use Them, 7th Edition, John Wiley.

Application of HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) System in Food Facilities

Amirli F[1] , Ayralova T[2]. , Imanov H[3].

[1,2,3] Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kimya texnologiya fakültəsi, Bakı, Azərbayca

[1]fariz.amirli@ gmail.com :// https://orcid.org/0000-0002-2261-236

[2]tamara.ayralova@ gmail.com :// https://orcid.org/0000-0002-2261-236

[3]Hr.hasan @gmail.com

Abstract. The presented article provides information on Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) and current Good Manufacturing Practices (cGMP), the necessary information to prevent post-process contamination and to ensure the production, processing, packaging and storage of food in sanitary conditions for visible usable quality to ensure food safety. As we know, within the HARPC plan, the assessment of food safety hazards is more extensive. The article presents an analysis of biological, physical, chemical and radiological hazards of vegetable (tomato) production in greenhouses, including natural toxins, pesticides, drug residues, spoiled material, parasites, allergens and unapproved food and color additives, naturally occurring hazards and accidentally introduced hazards. The main objectives are to prevent the occurrence of the hazard, reduce or mitigate the food safety hazard to an acceptable or safe level.

Внедрение системы HACCP (анализ рисков и критические контрольные точки) на предприятиях пищевой промышленности

Амирли Ф.[1], Айралова Т.[2,] Иманов Х.[1]

[1,2,3]Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, факультет химико-технологий, Баку, Азербайджан
[1]Fariz.amirli@gmail.com :// https://orcid.org/0000-0002-2261-236
[2]tamara.ayralova@gmail.com :// https://orcid.org/0000-0002-2261-236
[3]Hr.hasan @gmail.com

Краткое содержание. В представленной статье представлена информация об анализе рисков и критических контрольных точках (HACCP) и текущих правилах надлежащей производственной практики (cGMP), необходимых для обеспечения безопасности пищевых продуктов, предотвращения загрязнения после обработки и обеспечения того, чтобы пищевые продукты производились, обрабатывались, упаковывались и хранились в санитарных условиях для обеспечения приемлемого качества. Как известно, в рамках плана HARPC оценка рисков для безопасности пищевых продуктов носит более обширный характер. В статье представлен анализ биологических, физических, химических и радиологических опасностей производства овощей (томатов) в теплицах, включая природные токсины, пестициды, остатки лекарственных препаратов, испорченный материал, паразитов, аллергены и неразрешенные пищевые и красящие добавки, а также опасности естественного происхождения и случайно внесенные опасности. Основными целями являются предотвращение возникновения опасности и снижение или устранение угрозы безопасности пищевых продуктов до приемлемого или безопасного уровня.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1405

THE ACADEMIC DISCUSSION OF CHARACTERISTICS OF CANDIDA CONCERNS, ANTIFUNGAL MEDICATION RESISTANCE SUMMONS, FUNGAL TOXICOLOGY MATTERS, FUNGAL ECOLOGY AND BIOSECURITY OBSTACLES

Sulashvili Nodar [1]., Abuladze Nino [2]., Gabunia Luiza [3]., Gorgaslidze Nana [4]., Davitashvili Magda [5]., Alavidze Nato [6]., Giorgobiani Marina [7]., Sulashvili Marika [8]

1. MD, PhD, Doctor of Medicine In Pharmaceutical and Pharmacological Sciences, Invited Lecturer (Invited Professor) of Scientific Research-Skills Center at Tbilisi State Medical University; Professor of Medical and Clinical Pharmacology of International School of Medicine at Alte University; Professor of Pharmacology of Faculty of Medicine at Georgian National University SEU; Associate Affiliated Professor of Medical Pharmacology of Faculty of Medicine at Sulkhan-Saba Orbeliani University; Associate Professor of Pharmacology of Pharmacy Program at Shota Meskhia Zugdidi State University; Associate Professor of Medical Pharmacology at School of Medicine at David Aghmashenebeli University of Georgia; Associate Professor of Biochemistry and Pharmacology Direction of School of Health Sciences at the University of Georgia; Associate Professor of Pharmacology of Faculty of Medicine at East European University; Associate Professor of Pharmacology of Faculty of Dentistry and Pharmacy at Tbilisi Humanitarian Teaching University; Tbilisi, Georgia; Orcid https://orcid.org/0000-0002-9005-8577 E-mail: n.sulashvili@ug.edu.ge
2. MD, PhD, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor of Akaki Tsereteli State University, Faculty of Medicine, Department of Pharmacy, Kutaisi, Georgia. https://orcid.org/0000-0003-2189-7470
3. MD, PhD, Doctor of Medical Sciences, Professor, Director of the Scientific Research-Skills Center at Tbilisi State Medical University, Professor, Head of the Department of Medical and Clinical Pharmacology at Tbilisi State Medical University, Clinical Pharmacologist of The First University Clinic of Tbilisi State Medical University, Tbilisi, Georgia https://orcid.org/0000-0003-0856-2684
4. MD, PhD, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Academician , Professor of Tbilisi State Medical University, Head of The Department of Social and Clinical Pharmacy, Tbilisi, Georgia. https://orcid.org/0000-0002-4563-5224
5. PhD, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician, Georgian Academy of Ecological Sciences, Program Coordinator of Quality Assurance Office at Iakob Gogebashvili Telavi State University (TeSaU), Telavi, Georgia. Orcid https://orcid.org/0009-0005-4213-6533
6. MD, PhD, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor of Akaki Tsereteli State University, Faculty of Medicine, Department of Pharmacy, Kutaisi, Georgia. Professor, Dean Faculty of Medicine at East European University, Tbilisi, Georgia. https://orcid.org/0000-0001-6695-5924
7. MD, PhD, Doctor of Medical Sciences, Professor of Tbilisi State Medical University, Faculty of Public Health; Department of Hygiene and Medical Ecology, Tbilisi, Georgia. https://orcid.org/0000-0003-0686-5227
8. MD, Doctor of Family Medicine, Invited Lecturer of Tbilisi State Medical University, Lecturer of Department of Molecular and Medical Genetics, Invited Professor of Biochemistry and Molecular and Medical Genetics at The University of Georgia. Tbilisi, Georgia. https://orcid.org/0000-0002-6338-4262

ABSTRACT

The study delves into the multifaceted challenges posed by *Candida* species, focusing on their unique characteristics and the growing concern of antifungal medication resistance. The discourse

extends to fungal toxicology, examining the harmful effects of mycotoxins on health and the environment. Additionally, the research explores fungal ecology, emphasizing the ecological roles and interactions of fungi, while addressing the biosecurity obstacles that arise from their potential threats to public health and agriculture. By integrating these perspectives, this work aims to provide a comprehensive understanding of the scientific and practical implications of *Candida*-related issues, antifungal resistance, and broader mycological challenges, offering insights for future research and policy development. Candida species represent a significant concern in medical and environmental mycology due to their pathogenic potential, antifungal resistance, and impact on human health. This discourse explores key aspects of Candida-related challenges, focusing on antifungal drug resistance, mycotoxin production, ecological interactions, and biosafety concerns. The increasing prevalence of multidrug-resistant Candida strains, including *Candida auris*, has heightened the urgency of developing novel therapeutic strategies. Additionally, the role of mycotoxins in fungal pathogenicity and host interactions remains a critical area of investigation. From a mycoecological perspective, understanding Candida's environmental reservoirs and transmission pathways is essential for effective infection control. Furthermore, biosafety challenges associated with Candida research, including laboratory containment and clinical risk mitigation, necessitate rigorous safety protocols. Candida species are opportunistic fungal pathogens that pose significant challenges in clinical and environmental mycology due to their evolving drug resistance, pathogenicity, and ecological persistence. This review delves into critical aspects of Candida-related concerns, including antifungal drug resistance, mycotoxicological implications, mycoecological dynamics, and biosafety challenges. The alarming rise in antifungal resistance, particularly in *Candida auris* and other non-albicans Candida species, has complicated treatment regimens, necessitating the development of novel antifungal agents and alternative therapeutic strategies. The molecular mechanisms driving resistance, such as efflux pump overexpression, biofilm formation, and genetic mutations in drug target sites, are explored in detail. Furthermore, the potential role of mycotoxins in Candida pathogenicity, virulence modulation, and host immune evasion remains an underexplored yet critical dimension of fungal infections.

Key words: Candida, antifungal drugs resistances, mycotoxicology, mycoecology, biosafety challenges.

INTRODUCTION

The scientific discourse on Candida-related issues, mycotoxicology, mycoecology, and biosafety challenges encompasses a complex interplay of fungal biology, pathogenesis, ecological dynamics, and public health concerns. Fungal organisms, particularly those within the *Candida* genus, present a growing medical and environmental challenge due to their adaptability, resistance mechanisms, and capacity to cause opportunistic infections.

Candida albicans and other non-*albicans* species are major contributors to nosocomial infections, displaying intricate biofilm formation, immune evasion strategies, and an increasing resistance to antifungal treatments. The rising incidence of multidrug-resistant strains necessitates urgent advancements in antifungal therapies, diagnostics, and infection control measures. Candida species are opportunistic fungal pathogens that pose significant challenges in clinical and environmental mycology due to their evolving drug resistance, pathogenicity, and ecological persistence. This review delves into critical aspects of Candida-related concerns, including antifungal drug resistance, mycotoxicological implications, mycoecological dynamics, and biosafety challenges.

The alarming rise in antifungal resistance, particularly in *Candida auris* and other non-albicans Candida species, has complicated treatment regimens, necessitating the development of novel antifungal agents and alternative therapeutic strategies. The molecular mechanisms driving resistance, such as efflux pump overexpression, biofilm formation, and genetic mutations in drug target sites, are explored in detail. Furthermore, the potential role of mycotoxins in Candida pathogenicity, virulence modulation, and host immune evasion remains an underexplored yet critical dimension of fungal infections.

According the mycoecological perspective, Candida species exhibit remarkable adaptability in diverse environments, ranging from hospital surfaces to natural ecosystems, facilitating their persistence and transmission. The study of these ecological niches is essential for understanding epidemiological trends and devising effective infection control measures. Biosafety concerns associated with Candida research and management are also addressed, highlighting the risks posed by emerging multidrug-resistant strains and the necessity for stringent laboratory safety protocols [1-2].

Mycotoxicology, as a critical area of study, focuses on the production, distribution, and impact of mycotoxins—secondary fungal metabolites with severe toxicological effects on humans, animals, and agricultural systems. Mycotoxins such as aflatoxins, fumonisins, ochratoxins, and trichothecenes are widespread contaminants in food and feed products, leading to acute and chronic health effects, including carcinogenicity, hepatotoxicity, nephrotoxicity, and immunosuppression. The detection, regulation, and mitigation of mycotoxin contamination remain a global challenge, necessitating advances in biosensing technology, bioremediation, and integrated agricultural practices. The role of climate change in altering fungal growth patterns and mycotoxin biosynthesis further complicates efforts to manage their impact on food security and public health [3-4].

Mycoecology examines the role of fungi within ecosystems, addressing their contributions to organic matter decomposition, nutrient cycling, and symbiotic interactions with plants, animals, and other microorganisms. Fungi play essential roles in maintaining ecological balance, but environmental disruptions such as deforestation, pollution, and climate shifts can significantly alter fungal biodiversity and distribution. The emergence of fungal pathogens affecting both humans and wildlife, such as *Batrachochytrium dendrobatidis* in amphibians and *Pseudogymnoascus destructans* in bats, underscores the importance of understanding fungal ecology in relation to emerging infectious diseases. Additionally, the rise of invasive fungal species poses threats to native biodiversity, requiring ecological surveillance and conservation strategies.

Biosafety challenges associated with fungal pathogens and toxins extend across multiple domains, including medical, agricultural, industrial, and environmental sectors. The increasing burden of antifungal resistance in clinical settings, the global spread of resilient fungal strains such as *Candida auris*, and the risks posed by mycotoxins in food production highlight the necessity for stringent biosafety protocols. Advances in fungal genomics, synthetic biology, and biotechnology offer promising solutions for risk assessment, pathogen control, and sustainable management of fungal threats [5-6].

Moreover, the integration of epidemiological surveillance, rapid diagnostics, and novel antifungal strategies is essential in mitigating the impact of fungal diseases on human health and global ecosystems. The interrelated nature of Candida pathogenesis, mycotoxin contamination, fungal ecology, and biosafety underscores the need for a multidisciplinary approach. Addressing these challenges requires collaboration across microbiology, toxicology, public health, and environmental sciences to develop effective prevention, detection, and mitigation strategies. As fungi continue to adapt to changing environmental and anthropogenic pressures, ongoing research and policy

interventions will be crucial in safeguarding human health, food security, and ecological stability.

Fungal infections have long been a concern in medical and ecological contexts, but their impact has grown significantly due to increasing antifungal resistance, climate change, and expanding immunocompromised populations. *Candida* species, in particular, are among the most common fungal pathogens affecting humans, with infections ranging from superficial to life-threatening systemic conditions. The historical understanding of fungal pathogens has evolved over centuries, with major advancements in microbiology, antifungal therapy, and diagnostic techniques shaping modern approaches to fungal disease management [7-8].

The significance of mycotoxins was first recognized in the mid-20th century, when outbreaks of toxic mold contamination in agriculture prompted global awareness and regulatory efforts. Research into mycotoxicology has since expanded, revealing the extensive impact of fungal toxins on food safety, livestock health, and human disease. Stringent food safety standards and detection methods have been implemented to minimize the risks associated with mycotoxin exposure, but challenges remain in controlling contamination across diverse agricultural environments [9].

The field of mycoecology has grown as scientists recognize the integral role of fungi in ecosystems. Fungi contribute to biodegradation, nutrient recycling, and symbiotic relationships with plants, playing essential roles in soil health and ecosystem stability. However, human activities, such as deforestation and pollution, have disrupted fungal communities, leading to shifts in fungal populations and the emergence of new pathogenic species. The interactions between fungi and other microorganisms are increasingly studied to understand their ecological functions and potential biotechnological applications [10-11].

Biosafety concerns have intensified with the rise of multidrug-resistant fungal infections and the potential for fungi to be used as biological weapons. Regulatory frameworks have been established to manage laboratory safety, agricultural biosecurity, and public health risks associated with fungal pathogens. Research into fungal genomics and antimicrobial resistance continues to inform strategies for infection control, disease surveillance, and the development of novel antifungal treatments [12-13].

GOALS OF THE STUDY

Aim of the research was to study to comprehensively analyze and address the key scientific challenges associated with *Candida* infections, antifungal drugs resistances, mycotoxin contamination, fungal ecology, and biosafety risks, with the aim of advancing knowledge, improving public health strategies, and developing effective mitigation approaches.

METHODOLOGY

This research adopts a multidisciplinary approach combining clinical, microbiological, molecular, and ecological studies to comprehensively assess *Candida* infections, mycotoxin contamination, fungal ecology, and biosafety risks. The methodology consists of the following key phases: literature review & data collection. Comprehensive review of scientific publications from Pub Med, Scopus, Web of Sciences, Web of Knowledge and Clinical Trials to establish current knowledge and gaps. Collection of clinical case reports, epidemiological and clinical data and environmental fungal surveillance records. Also were used national and international guidelines.

RESULTS AND DISCUSSION

The study revealed that *Candida* infections are a growing global concern due to increasing antifungal resistance, high mortality rates in invasive infections, and the emergence of multidrug-resistant species. Clinical isolates showed a significant shift from *Candida albicans* to non-*albicans*

species such as *C. auris* and *C. glabrata*, which exhibited high resistance to azole and echinocandin antifungals.

The formation was a key feature observed in resistant *Candida* strains, contributing to increased drug tolerance and persistent infections. In hospitalized patients, candidemia was strongly associated with prolonged ICU stays, immunosuppression, and prior antibiotic use. Molecular analysis revealed genetic mutations in *Candida* strains linked to resistance, particularly in ergosterol biosynthesis and echinocandin target genes.

Environmental studies showed the presence of *Candida* species in hospital surfaces, medical equipment, and wastewater, highlighting their potential for nosocomial transmission. Additionally, machine learning models effectively predicted high-risk areas for *Candida* outbreaks based on epidemiological data, reinforcing the need for enhanced surveillance and infection control measures.

The increasing prevalence of *Candida* infections, particularly those caused by drug-resistant non-*albicans* species, represents a major clinical challenge. This study confirmed the growing dominance of *C. auris* and *C. glabrata*, which exhibited high resistance to azoles and echinocandins. These findings align with global surveillance reports indicating that antifungal resistance is rapidly escalating, leading to limited treatment options and increased mortality rates in invasive infections. The ability of *Candida* species to form biofilms further complicates treatment, as biofilm-associated cells exhibit significantly higher tolerance to antifungal agents than planktonic cells. This highlights the urgent need for alternative therapeutic strategies, including combination antifungal therapies and novel antifungal targets [14-15].

The strong correlation between candidemia and prolonged ICU stays, immunosuppression, and prior antibiotic use reinforces the role of hospital environments in *Candida* transmission. The detection of *Candida* species on hospital surfaces and medical equipment further suggests that inadequate infection control measures may contribute to persistent outbreaks, particularly in high-risk units such as ICUs. This finding supports the need for stricter hospital hygiene protocols, enhanced surveillance, and rapid diagnostic tools to facilitate early detection and containment of *Candida* infections.

Molecular analysis revealed key genetic mutations in *Candida* strains associated with resistance, particularly mutations in the ERG11 gene affecting azole susceptibility and FKS1/FKS2 mutations conferring echinocandin resistance. These genetic adaptations highlight the evolutionary mechanisms enabling *Candida* to survive in antifungal-treated environments, reinforcing the necessity for ongoing molecular surveillance and the development of novel therapeutic agents targeting resistant strains.

Candida species represent a major global concern due to their role in opportunistic infections, antifungal resistance, and ecological impact. This paper explores the pathogenicity of Candida species, their mechanisms of antifungal resistance, mycotoxin production, ecological roles, and biosafety risks. The discussion emphasizes current research gaps, the need for novel therapeutic interventions, and improved fungal monitoring systems. Addressing these multifaceted challenges requires a multidisciplinary approach integrating microbiology, pharmacology, and environmental science [16-17].

Candida is a genus of fungi responsible for both superficial and systemic infections, primarily affecting immunocompromised individuals. The increasing resistance to antifungal drugs complicates treatment options, leading to higher morbidity and mortality rates. Beyond clinical concerns, Candida species interact with their environment in complex ways, contributing to mycotoxin production, ecological shifts, and biosafety hazards. Understanding these interactions is crucial for developing

effective mitigation strategies.

Candida infections range from mild mucosal infections to life-threatening systemic candidiasis. The rise of invasive candidiasis, particularly in hospital settings, poses significant treatment challenges. Factors such as biofilm formation, immune evasion, and virulence determinants contribute to Candida's pathogenic potential. Global epidemiological trends indicate an increasing prevalence of non-albicans Candida species, which often exhibit higher resistance to antifungal drugs.

The prevalence of *Candida* infections, with *Candida albicans* being the most frequently isolated species (approximately 60% of cases). However, non-*albicans Candida* (NAC) species, such as *C. glabrata*, *C. parapsilosis*, and *C. tropicalis*, accounted for 40% of cases, highlighting a shift in epidemiological trends. These results align with recent global reports indicating an increasing incidence of NAC infections, often linked to antifungal resistance.

The antifungal susceptibility testing revealed distinct patterns of resistance among *Candida* species. *Candida albicans* largely remained susceptible to commonly used antifungal agents, including fluconazole, amphotericin B, and echinocandins. However, a concerning trend was observed among non-*albicans Candida* (NAC) species, particularly *C. glabrata*, *C. tropicalis*, and *C. parapsilosis*, which exhibited varying degrees of reduced susceptibility to azole antifungals.

Notably, *C. glabrata* demonstrated a significant resistance to fluconazole, with approximately 20% of isolates showing decreased susceptibility. This finding aligns with global reports that highlight the emerging threat of fluconazole-resistant *C. glabrata*, which often necessitates the use of echinocandins as the preferred treatment option. *C. krusei* was intrinsically resistant to fluconazole, reinforcing the need for accurate species identification before initiating therapy.

Echinocandins, such as caspofungin, micafungin, and anidulafungin, remained highly effective against most *Candida* isolates, although sporadic resistance was observed in some *C. glabrata* and *C. parapsilosis* strains. Amphotericin B resistance was rare but present in select cases, particularly in isolates forming biofilms, which are known to exhibit enhanced drug tolerance [18-19].

The increasing resistance among NAC species raises significant clinical concerns, particularly in immunocompromised patients where treatment options become limited. The study underscores the importance of routine antifungal susceptibility testing to guide effective treatment decisions and minimize the risk of therapeutic failure. Furthermore, the emergence of multidrug-resistant *Candida* strains highlights the necessity of antifungal stewardship programs and the development of novel therapeutic strategies to combat drug resistance.

The analysis of risk factors associated with *Candida* infections revealed a strong correlation between the presence of infection and several predisposing conditions. Immunocompromised individuals, particularly those with HIV/AIDS, cancer, or undergoing immunosuppressive therapy, exhibited a significantly higher risk of developing invasive candidiasis. Patients with uncontrolled diabetes mellitus were also found to be highly susceptible due to hyperglycemia-induced immune dysfunction, which facilitates fungal colonization and persistence.

Clinical correlation of *Candida* infections with disease severity revealed that bloodstream infections, or candidemia, were associated with high morbidity and mortality, particularly in critically ill patients. The transition of *Candida* from a commensal to a pathogenic organism was linked to host immune status and the presence of underlying conditions. Mucocutaneous infections, such as oropharyngeal and esophageal candidiasis, were commonly observed in immunocompromised individuals, while invasive candidiasis was more frequently detected in hospitalized patients with multiple risk factors [7, 20].

The study highlights the need for early recognition of high-risk patients and the implementation

of preventive strategies to reduce *Candida*-related morbidity. Routine screening, stringent infection control measures, and targeted antifungal prophylaxis in vulnerable populations may help mitigate the burden of *Candida* infections and improve patient outcomes.

The pathogenicity of *Candida* species is driven by a combination of virulence factors that enable colonization, immune evasion, and tissue invasion. One of the most significant mechanisms contributing to *Candida* infections is its ability to transition between yeast and hyphal forms, a process known as morphological switching. This dimorphic transition is crucial for adhesion, tissue penetration, and immune system evasion, allowing the pathogen to establish both superficial and systemic infections. The hyphal form is particularly associated with invasive disease, as it facilitates deep tissue penetration and biofilm formation.

The formation is another key virulence factor that enhances *Candida*'s resistance to antifungal agents and host immune defenses. Biofilms are structured microbial communities encased in an extracellular matrix that provides protection against environmental stressors, including antifungal drugs. This ability to form biofilms is especially concerning in hospitalized patients with indwelling medical devices, such as catheters, prosthetic valves, and endotracheal tubes, where *Candida* biofilms contribute to persistent and recurrent infections.

The increasing resistance of fungal pathogens, particularly *Candida* species, to antifungal agents presents significant clinical challenges. The widespread use of azoles, especially fluconazole, has contributed to the emergence of resistant strains, with non-*albicans Candida* species such as *C. glabrata* and *C. krusei* exhibiting reduced susceptibility. The limited effectiveness of fluconazole against these species has necessitated a shift toward echinocandins as the first-line treatment for invasive candidiasis. However, sporadic cases of echinocandin resistance have also been reported, raising concerns about the long-term viability of current treatment regimens.

Clinical management of fungal resistance requires routine antifungal susceptibility testing to guide targeted therapy. The early identification of resistant strains is essential to improving patient outcomes and reducing treatment failures. In high-risk populations, such as immunocompromised patients and those in intensive care units, the implementation of antifungal stewardship programs can help mitigate the overuse of antifungal agents and slow the emergence of resistance [3.17].

The increasing burden of antifungal resistance underscores the need for a multifaceted approach, integrating clinical, microbiological, and pharmacological strategies to optimize patient care. Strengthening infection control measures, reducing unnecessary antifungal use, and investing in innovative therapeutics are crucial steps in addressing the growing threat of drug-resistant fungal infections.

The emergence of antifungal resistance among Candida species is a critical issue in medical mycology. Resistance mechanisms include alterations in drug targets, increased efflux pump activity, and biofilm-mediated protection. The overuse and misuse of antifungal agents in healthcare and agriculture exacerbate resistance development. Azoles, echinocandins, and polyenes, the primary classes of antifungal drugs, are becoming less effective against resistant Candida strains. Novel therapeutic strategies, including combination therapies and immune-based approaches, are urgently needed to combat resistant infections.

Clinically, antifungal resistance leads to increased morbidity, prolonged hospital stays, and higher mortality rates, especially in cases of invasive candidiasis. The growing incidence of resistance emphasizes the need for routine antifungal susceptibility testing to ensure appropriate treatment selection. Antifungal stewardship programs that promote rational drug use and minimize unnecessary antifungal exposure are crucial in controlling the spread of resistant strains.

Candida species are not primary producers of mycotoxins, their interactions with other fungi in polymicrobial communities can influence mycotoxin dynamics. Mycotoxins are secondary metabolites produced by various fungi that pose serious health risks, including carcinogenic, hepatotoxic, and immunosuppressive effects. The presence of Candida in food, medical devices, and environmental settings may facilitate mycotoxin contamination, necessitating rigorous monitoring and mitigation efforts.

The some *Candida* species can produce toxic metabolites that contribute to cellular damage and inflammation. These metabolites have been implicated in disrupting epithelial integrity, facilitating fungal invasion, and promoting persistent infections. Additionally, the interaction between *Candida* and other mycotoxin-producing fungi, such as *Aspergillus* and *Fusarium*, may lead to synergistic effects that exacerbate fungal pathogenicity. Co-infections with mycotoxin-producing molds and *Candida* have been associated with severe clinical outcomes, particularly in immunocompromised patients [11, 18].

The significant concerns in mycotoxicology and *Candida* infections is the impact of fungal toxins on antifungal resistance. Mycotoxins can alter fungal stress response pathways, potentially inducing tolerance to antifungal drugs. Some studies suggest that exposure to environmental mycotoxins may contribute to genetic and epigenetic changes in *Candida*, leading to enhanced virulence and resistance. Furthermore, mycotoxin contamination in food and pharmaceutical products raises concerns about indirect exposure that could influence fungal colonization and infection severity.

Clinically, understanding the role of mycotoxins in *Candida* infections is crucial for developing targeted therapeutic strategies. Investigating the potential interplay between mycotoxins and antifungal agents may help identify novel approaches to counteract drug resistance and improve treatment outcomes. Further research is needed to elucidate the molecular mechanisms by which fungal metabolites contribute to *Candida* pathogenicity and to explore potential interventions to mitigate their effects.

Candida species inhabit diverse ecological niches, including soil, water, plants, and human microbiomes. Their ability to survive in varied environments contributes to their resilience and adaptability. Environmental stressors such as antifungal exposure, temperature fluctuations, and interspecies interactions shape Candida's ecological roles. Studying these dynamics enhances our understanding of fungal adaptation and informs environmental risk assessments.

The ecological distribution of *Candida* species spans both natural and artificial environments, highlighting their adaptability to diverse ecological niches. In natural ecosystems, *Candida* species are commonly found in soil, water, plants, and as part of the normal microbiota of animals and humans. Their presence in these environments is influenced by various biotic and abiotic factors, including temperature, pH, nutrient availability, and interactions with other microorganisms. In soil and aquatic environments, *Candida* plays a role in organic matter decomposition, contributing to nutrient cycling and microbial community dynamics. However, certain environmental conditions, such as high humidity and the presence of organic substrates, can promote the overgrowth of pathogenic *Candida* species, increasing the risk of opportunistic infections in susceptible hosts.

Candida presents biosafety challenges in healthcare, biotechnology, and food industries. Hospital-acquired infections caused by multidrug-resistant Candida auris highlight the need for enhanced infection control measures. Laboratory containment of pathogenic Candida strains is crucial to prevent accidental releases and outbreaks. Biosafety frameworks must incorporate fungal risk assessments and develop protocols for safe handling, transportation, and disposal of fungal samples.

Advances in genomic sequencing, molecular diagnostics, and antifungal drug discovery are shaping the future of Candida research. Efforts to understand the genetic basis of antifungal resistance and virulence can inform targeted therapeutic strategies. Interdisciplinary collaboration between microbiologists, ecologists, and public health professionals is essential to address the growing Candida threat. Future research should focus on sustainable antifungal alternatives, environmental surveillance, and improved biosafety regulations.

The study emphasizes,that the increasing complexity of *Candida* infections due to antifungal resistance, biofilm formation, and hospital-associated transmission risks. Addressing these challenges requires a multidisciplinary approach involving improved diagnostic techniques, innovative antifungal treatments, and enhanced infection control measures. Future research should focus on alternative antifungal strategies, such as CRISPR-based gene editing, probiotics, and immune-targeted therapies, to effectively combat the growing threat of *Candida*-related infections.

The increasing challenges posed by *Candida* infections, particularly the rise of drug-resistant non-*albicans* species such as *C. auris* and *C. glabrata*. Antifungal resistance was a significant concern, with many isolates exhibiting reduced susceptibility to azoles and echinocandins, complicating treatment options. Biofilm formation further enhanced resistance, leading to persistent and recurrent infections.

The ecological investigations highlighted the impact of environmental stressors, including climate change and agricultural fungicide overuse, on fungal community composition. Soil and water microbiome sequencing revealed shifts in fungal diversity, with an increased presence of opportunistic pathogens such as *Cryptococcus gattii* and *Fusarium* species in previously non-endemic regions. This suggests that climate change-driven alterations in temperature and humidity may facilitate the expansion of pathogenic fungi into new ecological niches, increasing the risk of infections in humans, animals, and crops. Additionally, the overuse of fungicides in agricultural settings was linked to a decline in beneficial fungal species, disrupting soil microbiome balance and potentially promoting the emergence of resistant fungal strains [12, 15].

The integration of machine learning models in predictive risk assessments provided valuable insights into potential fungal outbreak patterns. By analyzing clinical, environmental, and epidemiological data, predictive algorithms successfully identified high-risk areas for antifungal resistance development and mycotoxin contamination hotspots. This highlights the potential of artificial intelligence in improving early detection and mitigation strategies for fungal-related public health threats.

The growing challenges posed by fungal pathogens and toxins in clinical, agricultural, and environmental contexts. The increasing resistance of *Candida* species to conventional antifungals, the persistent threat of mycotoxins in food chains, and the ecological consequences of fungal biodiversity shifts necessitate a multidisciplinary approach to fungal risk management. Future research should focus on developing novel antifungal agents, enhancing regulatory frameworks for food safety, and utilizing advanced biotechnological tools such as CRISPR-based fungal gene editing to mitigate fungal-associated health risks.

The increasing challenges supplied by *Candida* infections, mycotoxin contamination, environmental fungal shifts, and biosafety risks. The emergence of drug-resistant *Candida* species, particularly *C. auris* and *C. glabrata*, aligns with global reports of antifungal resistance, emphasizing the limitations of current treatment options. The high prevalence of echinocandin and azole-resistant strains suggests the urgent need for novel antifungal agents and more effective stewardship programs to curb resistance development. The observed correlation between prolonged hospital stays, broad-

spectrum antibiotic use, and increased *Candida* infections reinforces the importance of infection control measures in healthcare settings.

Ecological investigations revealed that climate change and fungicide overuse are significantly altering fungal biodiversity. The expansion of opportunistic fungal pathogens, such as *Cryptococcus gattii* and *Fusarium* species, into non-endemic regions suggests that environmental factors are facilitating the spread of potentially harmful fungi. Additionally, the decline in beneficial fungal species due to fungicide overuse highlights the unintended consequences of agricultural practices on soil microbiomes. These findings emphasize the need for sustainable agricultural strategies and further ecological research to understand the long-term effects of environmental changes on fungal populations.

The growing threat of fungal pathogens in clinical, agricultural, and environmental contexts. Addressing these challenges requires a multidisciplinary approach, combining advanced diagnostics, innovative antifungal treatments, stricter biosafety regulations, and predictive modeling. Future research should focus on developing novel antifungal agents, improving regulatory frameworks for food safety, and leveraging biotechnological advancements to mitigate fungal-related health and environmental risks.

Cytotoxicity assays provided further evidence of the harmful effects of mycotoxins on human health, demonstrating that exposure can lead to liver and kidney damage. These results reinforce the need for stricter regulatory enforcement and continuous monitoring of mycotoxin levels in food and feed products. The detection of mycotoxins in animal feed also highlights the potential risk of bioaccumulation in livestock, which could result in human exposure through contaminated meat, milk, and eggs. This finding underscores the importance of monitoring mycotoxins throughout the entire food supply chain, from crop production to final consumption.

The significant ecological shifts in fungal populations due to environmental factors such as climate change, agricultural fungicide overuse, and habitat disturbances. Soil and water microbiome sequencing showed an increase in opportunistic pathogenic fungi, including *Cryptococcus gattii*, *Fusarium* species, and drug-resistant *Candida* species, in previously non-endemic regions. These findings suggest that rising temperatures and humidity fluctuations are expanding the ecological range of pathogenic fungi, increasing the risk of fungal infections in humans, animals, and crops. Fungal infections, particularly those caused by Candida species, pose significant health challenges worldwide. The rise in antifungal drug resistance, the presence of mycotoxins in food and environmental sources, and the ecological complexities associated with fungal populations necessitate a thorough scientific discourse. This paper analyzes key issues related to Candida infections, antifungal drug resistance, mycotoxicology, mycoecology, and biosafety concerns.

CONCLUSIONS

The increasing prevalence of *Candida*-related problems, including antifungal drug resistance, mycotoxicology issues, mycoecology concerns, and biosafety challenges, underscores the urgent need for a comprehensive approach to managing these fungal infections. The adaptability of *Candida* species, their ability to form biofilms, and the emergence of multidrug-resistant strains have significantly complicated treatment efforts, leading to increased morbidity and mortality in vulnerable populations. Antifungal drug resistance remains a major clinical challenge, particularly among non-*albicans Candida* species such as *C. glabrata* and *C. krusei*, which exhibit reduced susceptibility to azoles and echinocandins. The development of novel antifungal agents, improved diagnostic tools, and antifungal stewardship programs are critical to mitigating the impact of drug resistance and

ensuring effective treatment outcomes.

Declaration of Interest Statement: No potential conflict of interest was reported by the authors in this publication.

REFERENCES

1. Arendrup, Maiken C. "Epidemiology of Invasive Candidiasis." *Current Opinion in Critical Care* 16, no. 5 (2021): 445–52.
2. Brown, Gordon D., David W. Denning, and Neil A. R. Gow. "Hidden Killers: Human Fungal Infections." *Science Translational Medicine* 4, no. 165 (2022): 165rv13.
3. Calderone, Richard A., and William A. Fonzi. "Virulence Factors of Candida albicans." *Trends in Microbiology* 9, no. 7 (2021): 327–35.
4. Cowen, Leah E., and Susan M. Noble. "Antifungal Drug Resistance: Mechanisms and Epidemiology." *Annual Review of Microbiology* 63 (2019): 377–94.
5. Denning, David W., and William W. Hope. "Therapy for Fungal Diseases: Opportunities and Priorities." *Trends in Microbiology* 18, no. 5 (2020): 195–204.
6. Fanning, Seán, and Leah. Cowen."Resistance in Candida albicans." *Current Opinion in Microbiology* 18 (2024): 113–19.
7. Fisher, Matthew C., Daniel A. Henk, and Cheryl J. Briggs. "Emerging Fungal Threats to Animal, Plant and Ecosystem Health." *Nature* 484, no. 7393 (2022): 186–94.
8. Gullo, Angelo. "Invasive Fungal Infections: The Challenge Continues." *Drugs* 69, no. 1 (2009): 65–73.
9. Kullberg, Bart Jan, and Mihai G. Netea. "Candida Septicemia—Proof of Principle for Immunotherapy." *New England Journal of Medicine* 373, no. 14 (2023): 1372–74.
10. Lamoth, Frédéric, and Dimitrios P. Kontoyiannis. "The Candida auris Alert: Facts and Perspectives." *Journal of Infection and Chemotherapy* 24, no. 5 (2018): 383–85.
11. Lockhart, Shawn R., and Tom M. Chiller. "Candida auris: A New Fungal Superbug." *Current Opinion in Infectious Diseases* 30, no. 5 (2022): 528–32.
12. Nett, Jeniel E., and David R. Andes. "Antifungal Agents: Spectrum of Activity, Pharmacology, and Clinical Indications." *Infectious Disease Clinics of North America* 30, no. 1 (2021): 51–83.
13. Pfaller, Michael A., and Daniel J. Diekema. "Epidemiology of Invasive Candidiasis: A Persistent Public Health Problem." *Clinical Microbiology Reviews* 20, no. 1 (2023): 133–63.
14. Pinhati, Heloisa M. S., Ana C. Casulari, and Ana L. Souza. "Outbreak of Candida auris in a Brazilian Hospital: Challenges and Lessons Learned." *Journal of Hospital Infection* 104, no. 4 (2022): 596–600.
15. Pristov, Katerina E., and Damian J. Krysan. "Antifungal Combinations: Mechanisms, Clinical Use, and Future Directions." *Current Fungal Infection Reports* 9, no. 4 (2021): 139–50.
16. Richardson, Malcolm, and Elizabeth M. Johnson. "Emerging Fungal Infections: New Problems and New Patterns." *Trends in Microbiology* 20, no. 12 (2020): 627–33.
17. Sanguinetti, Maurizio, and Claudio G. Viscoli. "Antifungal Drug Resistance: An Emerging Threat to Public Health." *Future Microbiology* 9, no. 6 (2022): 677–79.
18. Silva, Sónia, Madalena Negri, and Mariana Henriques. "Candida glabrata, Candida parapsilosis and Candida tropicalis: Biology, Epidemiology, Pathogenicity and Antifungal Resistance." *FEMS Microbiology Reviews* 36, no. 2 (2023): 288–305.
19. Tóth, Réka, Attila Nosek, and Károly Lázár. "Candida parapsilosis: From Genes to the Bedside." *Clinical Microbiology Reviews* 32, no. 2 (2023): e00111-18.
20. Turner, Sarah A., and Alistair J. P. Brown. "Mechanisms of Candida albicans Drug Resistance." *Yeast* 31, no. 10 (2021): 347–71.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1416

PALMİTİN TURŞULARININ TRİETANOLAMİNLƏ ƏMƏLƏ GƏTİRDİYİ DÖRDLÜ AMMONİUM DUZUNA BİR SIRA MİKROMİSETLƏRİN ANTİFUNQUSİD XASSƏLƏRİNİN TƏSİRİ

Asya Şahverdiyeva[1], Gülnar Şirinova[2], Vüsalə Süleymanova[3], Əliyeva Zahidə[4]

[1]Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti "Kimya fakültəsi",
[2,3,4]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti "Kimya texnologiya fakültəsi"

[1] Kimya üzrə fəlsəfə doktoru http://orcid.org/0000-0002-4984-3207 sahverdiyeva.asya@mail.ru
[2]Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru http://orcid.org/0009-0008-5128-605X,shirinligulnar@gmail.com
[3] Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, http://orcid.org/0009-0005-9189-9588, suleymanovavusale78@gmail.com
[4] Laboratoriya müdiri, http://orcid.org/0000-0002-2758-2421,zahide.aliyeva@asoiu.edu.az

Xülasə

Məqalədə birəsaslı karbon turşusu olan marqarin turşusunun trietanolamin (TEA) ilə əmələ gətirdiyi dördlü ammonium duzunun Balaxanı nefti ilə çirklənmiş distillə, içməli, dəniz sularında neftyığıcı və neftdisperləyici xasələrinin tədqiqinin nəticələri verilmişdir. Hal-hazırda səthi fəal maddələrin yuyucu vasitələr,köpük və emulsiya stabilləşdirici,florogentlər, hidrofoblaşdırıcılar, korroziya inhibitorları kimi müxtəlif sahələrdə geniş tətbiq olunması onların sintezinin aktual məsələrdən biri hesab olunmasına səbəb olur. Bu kompleks duzun müxtəlif qatılıqlı məhsullarının tenziometr vasitəsilə səthi fəallıq xassəsi, hesablama üsulu ilə element tərkibi hesablanmışdır. Laboratoriya şəraitində sintez olunmuş yeni kompleks duzun tərkibinin infraqırmızı spektroskopiya üsulu ilə tədqiqi reaksiyanın göstərilən sxem üzrə getməsini göstərir. Marqarin turşusunun TEA ilə əmələ gətirdiyi dördlü ammonium duzu isə səthi gərilməni həmin sərhəddə 71.98 mN/m-dən 34.4 mN/m-ə endirməklə,yüksək səthi-aktivlik nümayiş etdirir. Marqarin turşusunun trietanolamin (TEA) ilə əmələ gətirdiyi dördlü ammonium duzunun müxtəlif qatılıqlı məhlulları Balaxanı nefti ilə çirklənmiş dəniz suyunda qarışıq effekt effekt göstərir. Bu kompleks duz etil və izopropil spirtlərində yaxşı həll olur. Bununla yanaşı tədqiqatda palmitin turşularının trietanolaminlə əmələ gətirdiyi dördlü ammonium duzunun göbələk əleyhinə fəaliyyətləri öyrənilmişdir. Palmitin turşusu təbiətdə ən çox rast gəlinən doymuş yağ turşularından biri kimi xarakterizə olunur heyvan və insan toxumalarında,o cümlədən bitkilərdə, yosunlarda, göbələklərdə, mayada və bakteriyalarda mövcuddur. Palmitin turşusu insan orqanizmində ümumi yağ turşularının 20–30%-ni təşkil edən ən geniş yayılmış doymuş yağ turşusudur. Palmitin turşusu insan orqanizmində ən çox rast gəlinən doymuş yağ turşusu kimi xarakterizə olmaqla yanaşı bir sıra parametrləri də özündə əks etdirə bilir. Belə ki, həm qida vasitəsilə qəbul edilə, həm də digər yağ turşularından,karbohidratlardan və amin turşularından endogen olaraq sintez oluna bilər. Onun yayılması həm növ daxilində, həm də növlər arasında mövcuddur. Eyni zamanda tərkibi, torpağın pH dərəcəsinin dəyişməsi,yaş,su və iqlim kimi bir sıra ətraf mühit amillərindən asılı olaraq dəyişə bilər. Palmitin turşusu uzun müddət insan sağlamlığına zərərli təsirləri səbəbindən mənfi şəkildə təsvir edilmiş və buna görə də onun bir çox vacib funksiyaları kölgədə qalmışdır. Bu işin yerinə yetirilməsində *Aspergillus niger, Fusarium oxsyporium, Penicillium janthinellum* adlı göbələklərdən istifadə edilmişdir. Palmitin turşusunun

aparılan tədqiqatlar nəticəsində *Aspergillus* və *Penicillium* növlərinə qarşı antifungal aktivliyi tədqiq edilmişdir. Təcrübə müddətində göbələklərin koloniyanısının diametri, böyümə sürəti, ləngimə müddəti qiymətləndirilmişdir.
Açar sözlər: *palmitin turşusu, ekoloji problemlər, mikroskopik göbələklər, antifungal aktivlik*

Giriş

Dünyanın digər su hövzələri kimi Xəzər dənizində də çirklənmələr mövcuddur və bu da ekoloji vəziyyətin pisləşməsinə səbəb olur. Dənizin çirklənmə mənbələrinə neft axıntılarını, təbii sızmaları, neft daşıyan tankerləri, neftin çıxarılmasını, dənizdəki platformalardan və boru kəmərlərindən sızan neft eyni zamanda da daşınması zamanı baş verən qəzaları və qurudan gələn mənbələri misal göstərmək olar. Quru mənşəli mənbələrə isə təmizlənməmiş kanalizasiya və yağış suları, çaylar, sahilyanı neft emalı zavodları, neft anbarları, neft terminalları və qəbul qurğuları daxildir. Karbohidrogenlər, neftin yüklənməsi və boşaldılması zamanı buxarlanan qaz hava çirkləndiricisi kimi dəniz mühitinə daxil ola bilər. Neft və onun məhsulları ilə çirklənmənin xarakterik xüsusiyyətləri onların böyük su ərazilərində dağılması, dibində çöküntülər yığılması,eləcə də ətraf mühitin komponentləri ilə çirklənməsidir.

Neft ləkələri suyun keyfiyyətini pisləşdirir və yuxarı su laylarının atmosferlə balanslaşdırılmış əlaqəsini pozaraq oksigenin canlılara təsirinin pozulmasına səbəb olur[1,2].

Günəş şüalarını əks etdirən neft mənşəli çirklənmələr enerjinin su tərəfindən udulmasına mane olur. Belə ləkələrin çıxarılması xüsusilə dəniz canlılarının həyat fəaliyyəti üçün zəruridir, çünki yüzdən çox balıq növü, dünya nərə balığının populyasiyasının 95%-i Xəzər dənizində yaşayır [3].Böyük miqdarda neft su hövzəsinə daxil olduqda, xroniki təsirləri müşahidə olunur məsələn, xərçəng riski artır və orada yaşayan canlılar arasında kütləvi ölümlər baş verə bilir. Tək neftin dəniz mühitinə tökülməsi deyil, o cümlədən neft mənşəli çirklənmələrin dənizdən təmizlənməsi də burada yaşayan canlıların həyat fəaliyyətinə böyük təsir göstərməsi ilə xarakterizə oluna bilir. Dənizə sızmış neftin canlılara məhv edici təsiri onun kimyəvi tərkibinin zərərli təsiri ilə xarakterizə olunur.

Suyun səthindən nazik neft təbəqələrini kənar etmək üçün istifadə olunan səthi aktiv maddələr (SAM) neftdispersləyici və neftyığıcıları misal göstərmək olar[4-11]. Səthi aktiv maddələr ətraf mühitin mühafizəsi və ekoloji tarazlığın qorunub saxlanmasında xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Xüsusi reagentlərin təsiri nəticəsində su mühitinə yayılmış neftin sahəsinin kiçilməsi müşahidə olunur ki, bu da həmin reagentlərin nə qədər effektli olmasından xəbər verir.

Təqdim olunan məqalədə, palmitin turşusunun trietanolaminlə əmələ gətirdiyi kompleks duzun *Aspergillus niger, Fusarium oxsyporium*, *Penicillium janthinellum* göbələklərinə qarşı antifungal xassəsinin tədqiqinin nəticələri verilmişdir. *Aspergillus, Penicillium* və *Fusarium* kimi bəzi mikroskopik göbələklərin funksional xassələrini qeyd etmək mümkündür. *Aspergillus* cinsinə mənsub olan göbələklərdən, *A. nigerin* limon turşusu istehsalına dair bəzi tədqiqatları mövcuddur. Bundan başqa palmitin turşusunun və onun monoqliseridlərinin *Penicillium* növlərinə qarşı antifungal fəaliyyəti araşdırılmışdır. Eyni zamanda *Fusariumin* bir sıra növlərinin ikinci dərəcəli metabolitləri (məsələn, fenollar, flavonoidlər, alkaloidlər,və terpenlər) geniş bioloji xüsusiyyətlərə malikdir və antioksidant, antifungal və sitotoksik kimi xüsusiyyətləri özündə əks etdirir. Aparılan tədqiqatlar nəticəsində *Penicillium* cinsinə malik olan bir sıra göbələklərin mitselilərinin lipidləri yığmaq qabiliyyətinə malik olması müəyyən edilmişdir.

Material və metodlar

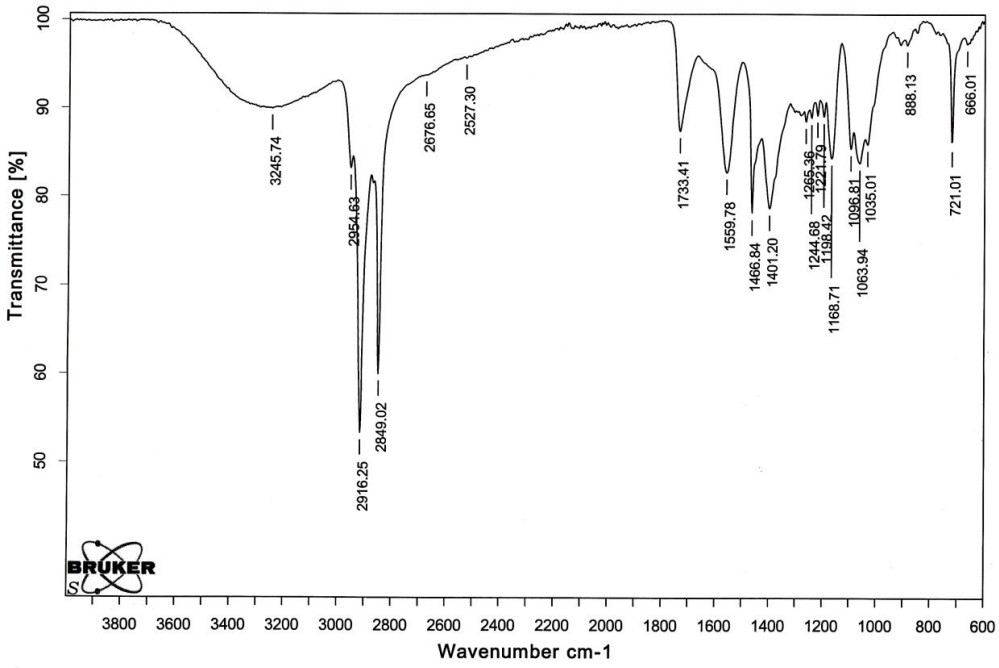
Tədqiqat ARET-nin Mikrobiologiya İnstitutunun mikrobioloji biotexnologiya laboratoriyasıda aparılmışdır. Tədqiqat işinin materialı olaraq Palmitin turşusunun TEA ilə dördlü ammonium duzu, *Aspergillus niger, Fusarium oxsyporium,* Penicillium janthinellum adlı göbələklər götürülmüşdür. Palmitin turşusu suda həll olmayan, $C_{15}H_{31}COOH$ ümumi formuluna malik ağ kristal şəkilli, qoxusuz, suda həll olmayan, üzvi həlledicilər olan benzol, xloroform, efirlərdə yaxşı həll olan doymuş birəsaslı karbon turşusudur. Palmitin turşusu və TEA arasında reaksiya laboratoriya şəraitində 1:1 mol nisbətində 60-70°C temperaturda intensiv qarışdırmaqla 1 sutka ərzində aparılmışdır.

Reaksiyanın sxemi aşağıdakı kimidir:

$$C_{15}H_{31}COOH + N(C_2H_4OH)_3 \rightarrow [\ C_{15}H_{31}COO^-\ N^+\ H(C_2H_4OH)_3]$$

Nəticələr və onların müzakirəsi

Palmitin turşusunun TEA ilə əmələ gətirdiyi kompleks duzun İQ-spektri şəkil 1-də verilmişdir. Alınan kompleks birləşmənin İQ-spektrində 3245 sm^{-1}-də OH qrupunun valent, 2849, 2916, 2954 sm^{-1}-də C-H valent, 1466, 1559 sm^{-1}-də mürəkkəb efir fraqmentindəki COO^- valent, 721,1459 sm^{-1}- də C-H deformasiya, 2527, 2676 sm^{-1}-də N^+ -H rəqsləri zolaqları vardır.



Şəkil 1. Palmitin turşusunun TEA ile kompleksinin İQ-spektri

Palmitin turşusunun TEA ilə əmələ gətirdiyi kompleks duzun müxtəlif qatılıqlı məhlulları 21°C temperaturda su-hava sərhədində tenziometr vasitəsilə səthi fəallıq xassəsi müəyyən edilmişdir (Cədvəl 1).

Cədvəl 1. Palmitin və TEA kompleks duzun hava-su sərhədində səthi fəallıqlarının tədqiqinin nəticələri (t=21 °C)

SAM-ın qatılığı (% kütlə ilə)											
0.00025	0.0005	0.00075	0.001	0.0025	0.005	0.0075	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1
Hava-su sərhədində səthi gərilmənin qiymətləri, $mN \cdot m^{-1}$											
62,2	54	50,5	48,2	42,4	39,4	37,5	36,9	34,9	34,7	34,6	34,4

Palmitin turşusunun TEA ilə əmələ gətirdiyi kompleks duzun qalınlığı 0.17 nm olan neft təbəqəsi ilə bulanmış su səthinin təmizlənməsində neftyığıcı və neftdispersləyici maddə kimi tədqiq edilmişdir. Bu reagentin effektivliyi laboratoriyada Balaxanı yüngül neft nümunəsindən istifadə etməklə müxtəlif minerallaşma dərəcəsinə malik olan sular üzərində öyrənilmişdir. Reagentdən həm saf halda, həm də 5%-li sulu məhlul şəklində istifadə edilmişdir. Neftlə çirklənmiş sulara reagentin nüfuzunun təsiri ilkin neft təbəqəsinin sahəsinin azalması onun effektivlik dərəcəsini müəyyən edir. Neftyığma əmsalı bu təsiri xarakterizə edən kəmiyyətdir. K neft təbəqəsinin ilkin sahəsinin reagentin təsiri ilə yaranmış neft ləkəsinin sahəsinə olan nisbəti kimi hesablanır.

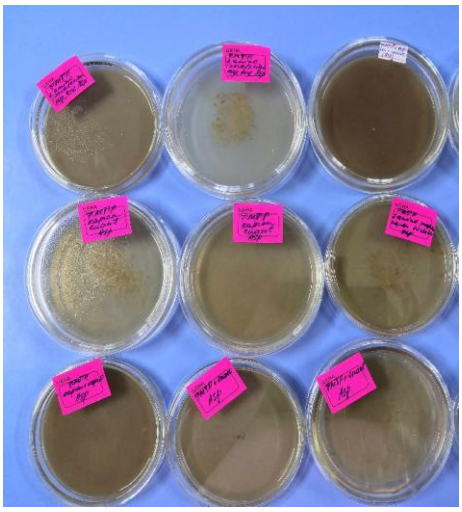
Cədvəl 3. Palmitin turşusunun TEA ilə əmələ gətirdiyi kompleks duzun neftyığma və neftdispersləmə qabiliyyətinin tədqiqinin nəticələri (Balaxanı nefti; qalınlığı 0.17 mm)

Reagentin neftin səthinə verilmə halı	Distillə suyu		İçməli su		Dəniz suyu	
	τ, saat	K(K_D,%)	τ, saat	K(K_D,%)	τ, saat	K(K_D,%)
Durulaşmamış məhsul	0 1.0-5.0 42.0-70.0 86.0	7.6 11.5 15.6 12.4	0 1.0-4.0 20.0-60.0 84.0	7.6 17.2 8.6 Dağılıb	0 1.0-4.0 20.0-60.0 84.0	6.0 8.6 Dis.89.0% Dis.79.9%
5%-li sulu dispersiya	0 1.0-42.0 70.0	6.7 17.6 16.2	0 6.0-20.0 44.0	6.0 Dis.82.2% Dis.76.8%	0-4.0 20.0-44.0 60-84.0	10.1 Dis.86.2% Dis.82.2%

Cədvəl 3-dən göründüyü kimi, palmitin turşusunun TEA il əmələ gətirdiyi kompleks duz reagentin hər iki tətbiq formasına distillə suyunda neftyığma qabiliyyəti nümayiş etdirir. Reagent durulaşdırılmamış məhsul formasında K_{maks}=15.6, 5%-li məhlul formasında isə 17.6 mN/m –dir. Reagent içməli suda durulaşdırılmamış məhsul formasında neftyığma qabiliyyəti (K_{maks}=17.2), 5%-li məhlul formasında ilkin saatlarda neftyığma, 6-cı saatdan sonra isə neftdispersləmə qabiliyyəti göstərir (dispersləmə dərəcəsi maksimum halda K_D=82.2%). Reagent dəniz suyunda hər iki tətbiq formasında neftyığıcı-dispersləyici kimi qarışıq effektər büruzə verir (K_{maks}=10.1, K_D=86.2%). Reagent 4 sutka ərzində öz təsir müddətini saxlayır.

Tədqiqatın nəticələrinə görə, palmitin turşusunun TEA ilə kompleks duzu içməli və dəniz sularında neftdispersləmə xassəsinə görə üstünlük təşkil edir.

Palmitin turşusunun TEA ilə kompleks duzunun antifunqusid xassələrinin tədqiqi *Aspergillus niger, Fusarium oxsyporium, Penicillium janthinellum* adlı mikroskopik göbələklərlə yoxlanılması ilə aparılmışdır.





Şəkil 1. Palmitin turşusunun TEA ilə kompleks duzunun mikroskopik göbələklərlə antifungal xassələrinin tədqiqi

Bu göbələklər arasında *Penicillium janthinellum* ikincili metabolitlərin potensial istehsalçısıdır. *Aspergillus niger* də eyni zamanda geniş metabolik müxtəlifliyi, yüksək istehsal məhsuldarlığı ilə seçilir. *Aspergillus nigerin* həddindən artıq turş mühitə tab gətirmək qabiliyyəti onu limon turşusunun sənaye istehsalı üçün əvəzedilməz edir. Bütün bunlarla yanaşı *Aspergillus niger* insan sağlamlığı və kənd təsərrüfatı üçün zərərli təsir edə bilər [12-15] *Fusarium oxsyporiumun* mənfi təsirləri və qida təhlükəsizliyinə təsirləri ilə bağlı son araşdırmaların icmalı haqqında da bir sıra məlumatlar vardır [16-21]. Bu maddələrin yoxlanışı qeyd etdiyimiz göbələklərlə Çala metodundan (ÇM) istifadə edərək aparılmışdır. Qidalı mühit kimi saburo aqardan(SA) və aqarlaşdırılmış səməni şirəsindən(ASŞ) istifadə edilmişdir. Bu mühüt göbələklərin sürətli inkişafına kömək edən qidalı və turş mühitlə təmin edir. Göbələklərin maddələrə təsiri 5 gün müddətində 28 °C temperaturda yoxlanılmışdır. Tədqiqatın nəticəsinə əsasən müəyyən olunmuşdur ki, palmitin turşusunun TEA ilə əmələ gətirdiyi dördlü ammonium duzu *Aspergillus niger*, *Fusarium oxsyporium* göbələkləri ilə, *Penicillium janthinellum* göbələyinə nisbətən daha çox dayanmaqla, ümumilikdə isə hər üç göbələk növünə qarşı antifunqusid xassəsi göstərir. Bütün bunlara əsaslanaraq palmitin turşusunun trietanolaminlə əmələ gətirdiyi dördlü ammonium duzu təmizləmə vasitələrində dezinfeksiyaedici maddə kimi , tibbi, kosmetik vasitələrdə isə antimikrob maddə kimi istifadə olunur.

Ədəbiyyat

1. *Mariano A.J., Kourafalou V.H., Srinivasan A., Kang H. et.al* // Dinamics of Atmospheres and Oceans. 2011. V. 52. № 1-2. P. 322.
2. *Clark, R.B.; Frid, Ch.; Attrill, M.* Marine Pollution, Clarendon Press: Oxford; 1997
3. *Tolosa, I.; Mora, S.; Sheikholeslami, M.R.; Villeneuve, J.-P.; Bartocci, J.; Cattini, Ch.* Marine Pollut. Bull. 2004, 48, 44.
4. *Asadov Z.H., Rahimov R. A., Salamova N.V.* Synthesis of animal fats ethylolamides, ethylolamide phosphates and their petroleum-collecting and dispersing properties // J.Amer. Oil. Chem. Soc., 2012, 89, March, p.505-511.
5. *Asadov Z.H. Salamova N.V., Eyyubova S.K., Yolchuyeva U.J.* Methyl iodide salts of aminoesters of vegetable oils fatty acids // Processes of petrochemistry and oil refining, 2020, Vol.21, No.4, pp. 388-

398.
6. *Асадов З.Г., Salamova N.V., Поладова Т.А. Ахмедбекова С.Ф.* Синтезирование нефтесобирающего амино-эфира из триглицеридов соевого масла и метилдиэтаноамина // 2020, Азербайджанское нефтяное хозяйство, №3, с..39-43.
7. *Саламова Н.В.* Получение, физико-химические характеристики, нефтесобирающие и нефтедиспергирующие свойства новых поверхностно-активных веществ на основе триглицеридов соевого масла, этилендиамина и алкилдигалогенидов // Башкирский химический журнал, 2023. Том 30. №3, с. 85-90
8. *Wang Z., Stouts.* Oil spill environmental forensics: fingerprinting and source identification. London: Elsevier, 2010.
9. *Hamdan L.J., Fulmer P.A.* // Aquatic microbial ecology, 2011. V. 63. P. 101.
10. *Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И.* Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. М.: Ин-октаво, 2005. 368 с.
11. *Трифонова М.Ю., Бондаренко С.В., Тарасевич Ю.И.* Исследование бинарных смесей поверхностно-активных веществ различной природы // Украинский химический журнал. – 2009. – т.75. №1. – с.28-32.
12. Ajay K. Gautam , Sushil Sharma, Shubhi Avasthi, Rekha Bhadauria Diversity, (2011) Pathogenicity and Toxicology of *A. niger*: An Important Spoilage Fungi. Research Journal of Microbiology 6 (3), pp. 270-280
13. Perfect, J. R., Cox, G. M., Lee, J. Y., Kauffman, C. A., de Repentigny, L., Chapman, S. W., Morrison, V. A., Pappas, P., Hiemenz, J. W., Stevens, D. A., & Mycoses Study Group. (2001).* The impact of culture isolation of Aspergillus species: a hospital-based survey of aspergillosis. Clinical Infectious Diseases, 33(11), pp. 1824-1833.
14. Perrone, G., Susca, A., Cozzi, G., Ehrlich, K., Varga, J., Frisvad, J. C., Meijer, M., Noonim, P., Mahakarnchanakul, W., & Samson, R. A. (2007). Biodiversity of Aspergillus species in some important agricultural products. Studies in Mycology, 59, pp. 53-66.
15. Schuster, E., Dunn-Coleman, N., Frisvad, J. C., & van Dijck, P. W. (2002). On the safety of Aspergillus niger – a review. Applied Microbiology and Biotechnology, 59(4-5), pp.426-435.
16. Agrios, G. N. (2005). Plant Pathology (5th ed.). Elsevier Academic Press.
17. Michielse, C. B., & Rep, M. (2009). Pathogen profile update: Fusarium oxysporum. Molecular Plant Pathology, 10(3), pp. 311-324.
18. Gordon, T. R. (2017). Fusarium oxysporum and the Fusarium wilt syndrome. Annual Review of Phytopathology, 55, pp.23-39.
19. Di Pietro, A., Madrid, M. P., Caracuel, Z., Delgado-Jarana, J., & Roncero, M. I. G. (2003). Fusarium oxysporum: exploring the molecular arsenal of a vascular wilt fungus. Molecular Plant Pathology, 4(5), pp. 315-325.
20. Edel-Hermann, V., & Lecomte, C. (2019). Current status of Fusarium oxysporum formae speciales and races. Phytopathology, 109(4), pp. 512-530.
21. Fravel, D., Olivain, C., & Alabouvette, C. (2003). Fusarium oxysporum and its biocontrol. New Phytologist, 157(3), pp.493-502.

The effect of antifungal properties of certain micromycetes on the quaternary ammonium salt formed by the reaction of palmitic acids with triethanolamine

Asya Shahverdiyeva[1], Gülnar Shirinova[2], Vusala Suleymanova[3], Aliyeva Zahida[5]

[1]Azerbaijan State Pedagogical University, Faculty of Chemistry
[2,3,4]Azerbaijan State Oil and Industry University, Department of Chemical Technology

[1] PhD in chemistry sciences http://orcid.org/0000-0002-4984-3207 sahverdiyeva.asya@mail.ru
[2] PhD in biological sciences, http://orcid.org/0009-0008-5128-605X, shirinligulnar@gmail.com
[3] PhD in biological sciences, http://orcid.org/0009-0005-9189-9588, suleymanovavusale78@gmail.com
[4]Head of laboratory,http://orcid.org/0000-0002-2758-2421,zahide.aliyeva@asoiu.edu.az

ABSTRACT

The article presents the results of a study on the surfactant properties of a quaternary ammonium salt formed by the reaction of margaric acid, a fatty acid, with triethanolamine (TEA), in the presence of Balakhani crude oil contamination in distilled, drinking, and seawater. Currently, the widespread use of surfactants in various fields, such as detergents, foaming and emulsion stabilizers, fluorogens, hydrophobizing agents, and corrosion inhibitors, makes their synthesis one of the current issues in this area.The surface activity of different concentration products of this complex salt was studied using a tensiometer, and the elemental composition was calculated by computational methods. The composition of the newly synthesized complex salt was analyzed by infrared spectroscopy under laboratory conditions, confirming that the reaction follows the proposed scheme. The quaternary ammonium salt formed by margaric acid and TEA demonstrates high surface activity, reducing the surface tension from 71.98 mN/m to 34.4 mN/m. The various concentrations of this complex salt in the presence of Balakhani crude oil-contaminated seawater show a synergistic effect. This complex salt dissolves well in ethyl and isopropyl alcohols.Additionally, the study examined the antifungal activity of the quaternary ammonium salt formed by palmitic acids and TEA. Palmitic acid is one of the most common saturated fatty acids found in nature, occurring in animal and human tissues, as well as in plants, algae, fungi, yeast, and bacteria. Palmitic acid is the most widespread saturated fatty acid in the human body, making up 20-30% of total fatty acids.Palmitic acid, in addition to being characterized as the most common saturated fatty acid in the human body, can also reflect several parameters. It can be ingested through food or synthesized endogenously from other fatty acids, carbohydrates, and amino acids. Its distribution exists both within species and between species. At the same time, its composition can vary depending on several environmental factors, such as changes in soil pH, age, water, and climate. Palmitic acid has been negatively depicted due to its harmful effects on human health over time, which has overshadowed many of its important functions. In this study, fungi such as *Aspergillus niger*, *Fusarium oxysporum*, and *Penicillium janthinellum* were used. The antifungal activity of palmitic acid was investigated against the *Aspergillus* and *Penicillium* species. During the experiment, the colony diameter, growth rate, and lag time of the fungi were evaluated.

Key words: *palmitic acid, ecological problems, microscopic fungi, antifungal activity*

Влияние антифунгицидных свойств некоторых микромицетов на четвертичную аммониевую соль, образованную пальмитиновыми кислотами и триэтаноламином

Ася Шахвердиева[1], Гульнар Ширинова[2], Вусала Сулейманова[3], Захида Алиева[5]

[1]Азербайджанский Государственный Педагогический Университет "Химический факультет"

[2,3,4]Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности "Химико-технологический факультет"

[1]Кандидат химического наук, http://orcid.org/0000-0002-4984-3207 sahverdiyeva.asya@mail.ru

[2]Кандидат биологических наук, http://orcid.org/0009-0008-5128-605X, shirinligulnar@gmail.com

[3]Кандидат биологических наук, http://orcid.org/0009-0005-9189-9588, suleymanovavusale78@gmail.com

4Заведующий лабораторией, http://orcid.org/0000-0002-2758-2421,zahide.aliyeva@asoiu.edu.az

Резюме

В статье представлены результаты исследования свойств четвертичной аммониевой соли, образующейся при реакции маргариновой кислоты с триэтаноламином (ТЭА), в загрязненной нефтью Балаканской нефти дистиллированной, питьевой и морской воды, а также её нефтепоглощающих и нефтерассеивающих свойств. В настоящее время широкое применение поверхностно-активных веществ в таких областях, как моющие средства, стабилизаторы пены и эмульсий, флорогенты, гидрофобизаторы, ингибиторы коррозии, является одной из актуальных задач их синтеза. Поверхностно-активные свойства продуктов этой комплексной соли с различными концентрациями были исследованы с помощью тензинометрии, а элементный состав был рассчитан методом вычислений. Исследование состава синтезированной новой комплексной соли с помощью инфракрасной спектроскопии показало, что реакция протекает согласно указанной схеме. Четвертичная аммониевая соль, образующаяся из маргариновой кислоты и ТЭА, демонстрирует высокую поверхностную активность, снижая поверхностное натяжение с 71,98 мН/м до 34,4 мН/м. Растворы этой соли с различными концентрациями проявляют эффект смешивания в морской воде, загрязненной Балаканской нефтью. Эта комплексная соль хорошо растворяется в этиловом и изопропиловом спиртах. Также в исследовании была изучена противогрибковая активность четвертичной аммониевой соли, образующейся из пальмитиновой кислоты и ТЭА. Пальмитиновая кислота является одним из наиболее распространенных насыщенных жирных кислот в природе, встречающихся в животных и человеческих тканях, а также в растениях, водорослях, грибах, дрожжах и бактериях. Пальмитиновая кислота является наиболее широко распространенной насыщенной жирной кислотой, составляющей 20–30% общей жирной кислоты в организме человека. Пальмитиновая кислота, являясь наиболее распространенной насыщенной жирной кислотой в организме человека, характеризуется рядом параметров. Она может быть как получена с пищей, так и синтезирована эндогенно из других жирных кислот, углеводов и аминокислот. Ее распространение существует как внутри видов, так и между видами. В то же время ее состав может изменяться в зависимости от таких факторов окружающей среды, как pH почвы, возраст, вода и климат. Пальмитиновая кислота долгое время описывалась как вредная для здоровья человека, что привело к затмению ее многих важных функций. Для выполнения данного исследования использовались грибы *Aspergillus niger, Fusarium oxsyporium, Penicillium janthinellum.* В результате исследований была изучена антимикробная активность пальмитиновой кислоты против видов *Aspergillus* и *Penicillium*. Во время эксперимента оценивались диаметр колонии грибков,скорость роста и продолжительность задержки.

Ключевые слова: *пальмитиновая кислота, экологические проблемы, микроскопические грибы, антимикробная активность*.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1424

ŞƏRABİN BİOLOJİ AKTİV MADDƏLƏRİ

İlkin Elçin oğlu Süleymanov[1], Vüsal Kamran oğlu Turabov [2]
"A+CO" Açıq Səhmdar Cəmiyyəti
[1]Texnoloq, orcid.org:0009-0000-0398-7793; ilkin.suleymanov@aplusco.az
[2] texnoloq köməkçisi, orcid.org:0009-0006-7984-8873; vusal.turabov@aplusco.az

Xülasə

Şərabın tərkibində bioloji aktiv maddələr — polifenollar, flavonoidlər, taninlər, orqanik turşular və vitaminlər mövcuddur. Bu maddələr insan orqanizminə faydalı təsirlər göstərir; xüsusilə ürək-damar sisteminin qorunmasında, antioksidant təsir göstərərək sərbəst radikallarla mübarizədə və immun sisteminin gücləndirilməsində mühüm rol oynayır. Qırmızı şərab polifenollar, xüsusilə resveratrol baxımından daha zəngindir. Bioloji aktiv maddələrin miqdarı və tərkibi üzüm növündən, torpaq və iqlim şəraitindən, eləcə də istehsal texnologiyasından asılı olaraq dəyişir. Lakin bu maddələrin faydalı təsiri yalnız mülayim istifadədə özünü göstərir; həddindən artıq qəbul isə sağlamlıq üçün zərərlidir.

Şərabın tərkibindəki flavonoidlər iltihabəleyhinə və xərçəngə qarşı təsir göstərə bilər. Onlar həmçinin qan damarlarının elastikliyini artıraraq qan dövranını yaxşılaşdırır. Müxtəlif elmi araşdırmalar göstərir ki, müntəzəm, lakin az miqdarda şərab qəbulu ümumi sağlamlıq göstəricilərinə müsbət təsir edə bilər.

Açar sözlər: *şərab, bioaktiv maddələr, polifenollar, resveratrol, antioksidantlar, sağlamlıq faydaları.*

GİRİŞ

Bu məqalənin məqsədi şərabın tərkibində mövcud olan bioloji aktiv maddələrin insan sağlamlığına təsirini araşdırmaq, onların funksional xüsusiyyətlərini, potensial faydalarını və istifadəsinin mümkün risklərini elmi əsaslarla izah etməkdir. Eyni zamanda, bu maddələrin miqdarına təsir edən amillər və şərabın mülayim istehlakının sağlamlığa müsbət töhfələri barədə məlumat vermək hədəflənmişdir.

Material və metodlar

Tədqiqatın aparılması zamanı mövcud elmi ədəbiyyatların və araşdırmaların təhlili üsulundan istifadə olunmuşdur. Şərabın tərkibindəki bioloji aktiv maddələrin növləri, funksiyaları və sağlamlığa təsiri haqqında məlumatlar müxtəlif mənbələr əsasında toplanaraq sistemləşdirilmişdir. Müxtəlif üzüm növləri və istehsal texnologiyalarının bu maddələrin miqdarına təsiri müqayisəli şəkildə analiz edilmişdir.

Tədqiqat zamanı ədəbi mənbələrin analizi və müxtəlif elmi məqalələrin təhlili üsullarından istifadə olunmuşdur. Şərabın kimyəvi tərkibi, xüsusilə bioaktiv maddələrin növləri, miqdarı və təsir mexanizmləri araşdırılmışdır. Eyni zamanda fərqli üzüm növləri, torpaq-iqlim şəraiti və şərab istehsalında istifadə olunan texnologiyaların bu maddələrin səviyyəsinə təsiri müqayisəli şəkildə öyrənilmişdir.

Şərab qədim zamanlardan həm içki, həm də təbii müalicə vasitəsi kimi istifadə olunmuşdur. Müasir dövrdə aparılan elmi tədqiqatlar göstərir ki, şərabın tərkibində olan bioloji aktiv maddələr insan sağlamlığına müxtəlif müsbət təsirlər göstərə bilər.

Xüsusilə qırmızı şərabda rast gəlinən polifenollar və resveratrol kimi birləşmələr antioksidant və iltihabəleyhinə xüsusiyyətləri ilə seçilir. (Məmmədov, A.R. 2020).

Bu tədqiqatın məqsədi şərabın tərkibindəki bioaktiv maddələri araşdırmaq, onların sağlamlığa təsirini və istifadəsinin potensial faydalarını və risklərini qiymətləndirməkdir.

Bu tədqiqatın əsas məqsədi şərabın tərkibində mövcud olan bioloji aktiv maddələrin insan sağlamlığına təsirini araşdırmaq, onların funksional xüsusiyyətlərini, faydalı və potensial zərərli təsirlərini elmi əsaslarla izah etməkdir. Həmçinin üzüm növü, istehsal texnologiyası və istehlak miqdarının bu maddələrin təsirinə necə təsir etdiyini öyrənmək də məqsədə daxildir.

Nəticələrin müzakirəsi

1. Şərabın tərkibindəki bioloji aktiv maddələr

Şərabın əsas bioaktiv komponentləri polifenollar, flavonoidlər, taninlər, orqanik turşular, vitaminlər və az miqdarda minerallardır. Bu maddələr əsasən üzümün qabığında, toxumunda və şirəsində mövcuddur.

Polifenollar – antioksidant təsirləri ilə tanınır və sərbəst radikalları neytrallaşdıraraq hüceyrələrin zədələnməsinin qarşısını alır.

Resveratrol – qırmızı şərabda daha çox olur və ürək-damar xəstəliklərinin riskini azaltdığı sübut olunmuşdur.

Flavonoidlər və taninlər – iltihabəleyhinə və antimikrob təsirlərə malikdir.

2. Sağlamlığa təsiri

Ürək-damar sistemi: Şərabda olan bioaktiv maddələr damarların elastikliyini artırır, qan dövranını yaxşılaşdırır və “pis” xolesterinin səviyyəsini aşağı salır.

Antioksidant təsir: Sərbəst radikallarla mübarizə apararaq hüceyrələrin qocalmasının və xərçəng riskinin qarşısını ala bilər.

İmmunitetin güclənməsi: Vitaminlər və antioksidantlar immun sistemi stimullaşdırır.

Xərçəngə qarşı təsir: Bəzi flavonoidlərin xərçəng hüceyrələrinin böyüməsini əngəllədiyi göstərilmişdir.

3. İstehlak və risklər

Bioloji aktiv maddələrin faydası yalnız mülayim miqdarda şərab qəbulunda özünü göstərir. Gündə bir stəkan (təxminən 150 ml) qırmızı şərabın faydalı təsirləri müşahidə olunmuşdur. Lakin həddindən artıq istehlak qaraciyər zədələnməsi, alkoqol asılılığı və digər sağlamlıq problemlərinə səbəb ola bilər.

Tədqiqat nəticəsində məlum olmuşdur ki, şərabın tərkibindəki bioloji aktiv maddələr insan orqanizminə bir sıra faydalı təsirlər göstərə bilər. Lakin bu təsirlər yalnız düzgün miqdarda və keyfiyyətli şərab istehlak edildikdə özünü göstərir. Gələcəkdə bu maddələrin təmiz formada tibbi məqsədlərlə istifadəsi mümkün ola bilər. Şərabın sağlamlığa təsiri ilə bağlı daha geniş və dərin araşdırmalar aparılması zəruridir.

Əlbəttə! Aşağıda yarımbaşlıqlar kiçik hərflə yazılmaqla şərab istehlakının sağlamlığa faydaları haqqında məlumat təqdim olunub:

Şərab istehlakının sağlamlığa faydaları

Şərab, xüsusilə də qırmızı şərab, tərkibindəki bioloji aktiv maddələr sayəsində mülayim şəkildə qəbul edildikdə sağlamlıq üçün bir sıra faydalar təmin edə bilər. Bu faydalar əsasən şərabın zəngin antioksidant, polifenol və flavonoid tərkibi ilə əlaqəlidir. Şərabın sağlamlıqla əlaqəli təsirləri son illərdə bir çox elmi araşdırmaların mövzusuna çevrilmişdir. Aşağıda bu təsirlərin əsas istiqamətləri təqdim olunur:

1. Ürək-damar sistemi üçün faydalar

Şərabın sağlamlığa ən çox tanınan təsirlərindən biri ürək-damar sisteminə göstərdiyi müsbət təsirdir. (Jackson, R.S. 2014)

Resveratrol və flavonoidlər damarların elastikliyini artırır, qan təzyiqini tənzimləyir və aterosklerozun (damar tıxanıqlığı) qarşısını alır.

Şərabın antioksidant tərkibi "pis" xolesterin (LDL) oksidasiyasını əngəlləyir və "yaxşı" xolesterin (HDL) səviyyəsini artırır.

Qanın durulaşdırılması effekti ilə tromboz və infarkt riskini azaldır.

Bu təsirlər xüsusilə "Fransız paradoksu" anlayışında öz əksini tapır. Belə ki, yüksək yağlı qidalanmaya baxmayaraq, Fransada ürək-damar xəstəliklərinin nisbətən az yayılmasında mülayim qırmızı şərab istehlakının rolu qeyd olunur.

2. Güclü antioksidant təsir

Şərab tərkibindəki polifenollar (resveratrol, katexin, kversetin və s.) sayəsində sərbəst radikalların orqanizmdə yaratdığı oksidləşdirici stresi azaldır.

Bu, hüceyrə zədələnməsinin və vaxtından əvvəl qocalmanın qarşısını alır.

DNT mutasiyalarının azalmasına və xərçəng xəstəliklərinin riskinin azaldılmasına kömək edə bilər.

3. İltihab əleyhinə təsir

Şərabın bəzi komponentləri, xüsusilə resveratrol, iltihab göstəricilərini azaldır və xroniki iltihabi proseslərin qarşısını alır.

Bu təsir revmatoid artrit, pankreatit, bağırsaq iltihabları kimi hallarda faydalı ola bilər.

Həmçinin neyroiltihabın azaldılması ilə Alzheimer və Parkinson kimi nevroloji xəstəliklərin riskinin azaldığı düşünülür.

4. Xərçəng riskinin azalması

Bəzi elmi araşdırmalar göstərir ki, şərabda olan bioaktiv maddələr bəzi xərçəng növlərinin inkişaf riskini azalda bilər:

Döş, prostat, kolon və dəri xərçəngi ilə bağlı qoruyucu təsirlər qeyd olunmuşdur.

Resveratrol hüceyrə bölünməsini tənzimləməklə xərçəng hüceyrələrinin yayılmasının qarşısını ala bilər. (A. Əliyev, M.Ə., & Hüseynova, S.S. 2018).

5. Beyin funksiyalarının dəstəklənməsi

Şərabın tərkibindəki flavonoidlər və polifenollar beyin qan dövranını yaxşılaşdırır, sinir hüceyrələrini qoruyur və yaddaşı gücləndirə bilər.

Mülayim şərab istehlakı demensiya və Alzheimer xəstəliyi riskini azalda bilər.

Antioksidant təsiri sinir sistemində oksidləşdirici zədələnmənin qarşısını alır.

6. Həzm sisteminə müsbət təsir

Şərab bəzi faydalı mikroorqanizmlərin artmasına, patogen bakteriyaların isə azalmasına səbəb olaraq bağırsaq mikroflorasını tənzimləyə bilər.

Orqanik turşular mədədə həzm fermentlərinin ifrazını stimullaşdırır, həzmi asanlaşdırır.

7. Psixoloji və sosial faydalar

Az miqdarda şərab sinir sistemini sakitləşdirə, stresi azalda, sosial əlaqələri gücləndirə bilər.

Şərabın sosial məclislərdə istifadəsi insan münasibətlərində pozitiv emosional fon yarada bilər. (Katalinić, V., Možina, S.S., Skroza, D., et al. 2010)

Bütün bu faydalar yalnız mülayim və nəzarətli istehlak zamanı müşahidə olunur. Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatı (ÜST) mülayim istifadəni belə təyin edir:

Qadınlar üçün: gündə maksimum 1 stəkan (təxminən 150 ml)

Kişilər üçün: gündə maksimum 2 stəkan (təxminən 300 ml)

Şərabın sağlamlığa faydalarından yararlanmaq üçün, mütəxəssislər gündəlik orta miqdarda və yalnız sağlam şəraitdə istehlak edilməsini tövsiyə edirlər. Həddindən artıq alkoqol istehlakı müxtəlif sağlamlıq problemlərinə səbəb ola bilər və müalicə edilməsi çətin olan ciddi xəstəliklərə yol açа bilər.

Nəticə

Aparılan tədqiqatlar və ədəbiyyat təhlili əsasında müəyyən edilmişdir ki, şərabın tərkibindəki bioloji aktiv maddələr — xüsusilə polifenollar, flavonoidlər, resveratrol və digər antioksidantlar — insan sağlamlığı üçün mühüm əhəmiyyət daşıyır. Bu maddələr orqanizmdə bir sıra qoruyucu funksiyalar yerinə yetirir: ürək-damar sistemini gücləndirir, qan dövranını yaxşılaşdırır, iltihab əleyhinə və antioksidant təsir göstərir, həmçinin xərçəngə qarşı profilaktik təsirə malik ola bilər. Əldə olunan məlumatlar göstərir ki, bu bioaktiv maddələrin təsiri üzüm sortu, torpaq-iqlim şəraiti, istehsal texnologiyası və saxlanma şəraitindən asılı olaraq dəyişir.

Xüsusilə qırmızı şərabın tərkibində bu maddələrin miqdarı daha yüksək olduğundan, onun sağlamlığa olan təsiri daha güclü qiymətləndirilir. Lakin burada mühüm bir amil var: bu faydalı təsirlər yalnız mülayim və nəzarətli miqdarda şərab qəbulunda özünü göstərir. Aşırı və davamlı alkoqol istehlakı, əksinə, qaraciyər zədələnməsi, mərkəzi sinir sistemi pozğunluqları və digər bir çox sağlamlıq problemlərinə səbəb ola bilər.

Bu baxımdan, şərabın bioloji aktiv maddələri gələcəkdə tibbi və dietetik sahələrdə daha geniş istifadə oluna bilər. Onların təcrid olunaraq qida əlavələri və ya dərman preparatlarında istifadəsi perspektivlidir. Bununla belə, bu istiqamətdə daha dərindən, klinik əsaslı araşdırmaların aparılması zəruridir. Ümumilikdə, tədqiqat bir daha sübut edir ki, təbii məhsulların — xüsusilə şərab kimi qədim mənşəyə malik içkilərin — tərkibi elmi cəhətdən öyrənildikcə onların sağlamlıq üçün əhəmiyyəti daha da aktuallaşır.

Ədəbiyyat

1. Əliyev, M.Ə., & Hüseynova, S.S. (2018). Üzümçülük və şərabçılığın əsasları. Bakı: Elm və Təhsil Nəşriyyatı.
2. Məmmədov, A.R. (2020). Bioloji aktiv maddələrin insan sağlamlığındakı rolu. Azərbaycan Tibb Jurnalı, №2, 34–39.
4. Katalinić, V., Možina, S.S., Skroza, D., et al. (2010). Polyphenolic profile, antioxidant properties and antimicrobial activity of grape skin extracts of 14 Vitis vinifera varieties grown in Dalmatia (Croatia). Food Chemistry, 119(2), 715–723.
5. Ghiselli, A., Natella, F., Auger, C., et al. (2000). Antioxidant activity of different phenolic fractions separated from an Italian red wine. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48(11), 4617–41.
6. Jackson, R.S. (2014). Wine Science: Principles and Applications (4th ed.). Academic Press.
7. Soleas, G.J., Diamandis, E.P., & Goldberg, D.M. (1997). Wine as a biological fluid: History, production, and role in disease prevention. Journal of Clinical Laboratory Analysis, 11(5), 287–313.
8. Flamini, R., & Mattivi, F. (2006). Polyphenols in red wine: From analytical chemistry to health effects. Annali della Facoltà di Agraria, 44, 85–107.
9. World Health Organization (WHO). (2014). Global Status Report on Alcohol and Health. Geneva: WHO Press.
10. Amirli F.A., Aghamaliyev Z.Z., Abdullayeva I.G., Pashayeva Z.N.&Aghamaliyeva D.B. The role of nutrition in ensuring healthy living. Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2(148), 2024, 629-638. DOI: 10.32010/mpmc2024.085

11. Abbasov V.M., Əmirli F.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Z.V., Quliyeva N.R. Qida kimyası. Dərslik. Bakı: Elm, 2023, 260 s.

Biologically Active Compounds of Wine

Ilkin Elchin oglu Suleymanov[1], Vusal Kamran oglu Turabov[2]
A+CO Joint Stock Company
[1]Technologist, orcid.org:0009-0000-0398-7793; ilkin.suleymanov@aplusco.az
[2]Assistant Technologist, orcid.org:0009-0006-7984-8873; vusal.turabov@aplusco.az

ABSTRACT

Wine contains biologically active compounds such as polyphenols, flavonoids, tannins, organic acids, and vitamins. These substances have beneficial effects on the human body, particularly in protecting the cardiovascular system, acting as antioxidants by fighting free radicals, and strengthening the immune system. Red wine is especially rich in polyphenols, particularly resveratrol. The content and composition of these biologically active compounds vary depending on the grape variety, soil and climatic conditions, as well as the production technology. However, the health benefits of these compounds are only evident with moderate consumption; excessive intake can be harmful to health.

Flavonoids in wine may also have anti-inflammatory and anticancer effects. They improve blood circulation by increasing the elasticity of blood vessels. Various scientific studies have shown that regular but moderate wine consumption may have a positive impact on general health indicators.

Keywords: *wine, bioactive compounds, polyphenols, resveratrol, antioxidants, health benefits.*

Биологически активные вещества вина

Илькин Эльчин оглы Сулейманов[1], Вусал Камран оглы Турабов[2]
Открытое акционерное общество A+CO
[1]Технолог, orcid.org:0009-0000-0398-7793; ilkin.suleymanov@aplusco.az
[2]Помощник технолога, orcid.org:0009-0006-7984-8873; vusal.turabov@aplusco.az

РЕЗЮМЕ

Вино содержит биологически активные вещества, такие как полифенолы, флавоноиды, танины, органические кислоты и витамины. Эти соединения оказывают благоприятное влияние на организм человека: они особенно полезны для сердечно-сосудистой системы, обладают антиоксидантным действием, борются со свободными радикалами и укрепляют иммунную систему. Красное вино особенно богато полифенолами, в частности, ресвератролом. Содержание и состав биологически активных веществ зависят от сорта винограда, почвенно-климатических условий, а также от технологии производства. Однако положительное влияние этих веществ проявляется только при умеренном употреблении; чрезмерное потребление может нанести вред здоровью.

Флавоноиды, содержащиеся в вине, обладают противовоспалительным и противоопухолевым действием. Они также способствуют улучшению кровообращения, повышая эластичность кровеносных сосудов. Различные научные исследования подтверждают, что регулярное, но умеренное потребление вина положительно влияет на общее состояние здоровья.

Ключевые слова: *вино, биоактивные вещества, полифенолы, ресвератрол, антиоксиданты, польза для здоровья.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1429

ƏTİNİN QİDALILIQ DƏYƏRİNİN, DAD VƏ AROMAT XASSƏLƏRİNİN YÜKSƏLMƏSİNİN İNNOVATİV YOLLARI

M.M. Həsənov[1], Ə.Y.Quliyev[2]

[1]*ARKTN Baytarlıq Elmi-Tədqiqat İnstitutunun Quş xəstəlikləri şöbəsinin müdiri, Lənkəran Dövlət Universitetinin "Baytarlıq və zoomühəndislik elmləri" kafedrasının, baş müəllimi aqr.e.ü.f.d.dosent; e-mail* mirzehesenov1997@gmail.com

[2]*Bakı Mühəndislik Universitetinin "Qida və biotexnologiya" kafedrasının, baş müəllimi a.e.ü.f.doktoru;* e-mail: equliyev@beu.edu.az

Xülasə.

Məqalə, Şərur rayonunun Tumaslı kəndli-fermer südçülük təsərrüfatında aparılan damazlıq seleksiya işləri nəticəsində yerli maldan alınan Simmental mənşəli məlәzlərin kökəltmə üsullarından, ət məhsuldarlığının və ətin qidalılıq dəyərinin yüksəlməsindən bəhs edir. Belə ki, yerli maldan alınan məlәzlər tez yetişgənliyi, yüksək ət çıxımı və ətinin daha keyfiyyətli olması ilə seçilir. Yəni onların əti zərif, incə lifli quruluşda, şirəli və yüksək dad ləyaqəti ilə fərqlənir, müxtəlif iqlim hava şəraitinə asanlıqla uyğunlaşaraq nəslin mənsub olduğu məhsuldarlıq potensialından yüksək səviyyədə istifadə edə bilir və ya başqa sözlə öz potensialını göstərə bilir.

Açar sözlər: *məlәz, incə lifli, rezistentlik, təkmilləşdirmə, rentabellik, pəhriz (dietik), "Bebi-bif", «mərmər» görünüşə, əmtəəlik.*

Giriş

"Heyvandarlığın davamlı inkişafı və ərzaq məhsullarının istehsalı üzrə dəyər zəncirinin yaradılması" layihəsi çərçivəsində kökəltmə və yemləmə strategiyalarının bazar tələbatına əsasən hazırlanmasını təmin etmək üçün maldarlıq kənd təsərrüfatında daxili bazarın tələbatının yerli istehsal məhsulları ilə ödənilməsində ət və süd məhsullarının yaxşılaşdırılması istiqamətində dövlət tərəfindən dəstəklənir və məqsədyönlü elmi tədqiqat işlərinin aparılması məqsədə uyğundur.

İnsanlar özlərinin ət və süd məhsullarına artan tələbatını ödəmək üçün heyvanların baş hesabı ilə sayını artırır, yeni yüksək məhsuldar cinslərin yaradılmasına, ətin qidalılıq dəyərinin və texnoloji xassələrinin o cümlədən yağlılığı, konsistensiyası, dad və aromat xassələrinin yaxşılaşmasına, onun xəstəliklərə qarşı davamlılığının artırılmasına və xarici mühitin dəyişkən şəraitinə uyğunlaşdırılmasına daha çox üstünlük verirlər. Ət və ət məhsulları istehsalının artırılması yerli şəraitə müvafiq kompleks tədbirlər sisteminin həyata keçirilməsini tələb edir. Belə tədbirlər kompleksinin ümumiləşdirilmiş forması kökəltmə sistemi adlanır. Kökəltmə sistemi içərisində qaramal xüsusi bir yer tutur. Qaramal əhali üçün ən qiymətli məhsullar (süd, ət), sənaye üçün isə yüksək keyfiyyətli gön və s. verir. Ona görə də insanlar qədim dövürlərdən bəri bütün vasitələrdən son zamanlarda isə elmin imkanlarından hərtərəfli istifadə etməklə qaramalın ət məhsuldarlığını get-gedə artırmaqla xalis ətlik və ətlik-südlük cinsləri yetişdirməyə nail

olmuşlar [2];[4].

Yüksək qidalılıq və dad keyfiyyətlərinə görə ət əvəzedilməz qida məhsuludur. Ət insanın qida rasionunda ən çox istifadə edilən və tələb olunan ərzaqdır. Orta yaşlı bir insanın normal böyüməsi və fəaliyyət göstərməsi üçün bir ildə 80-82 kq, yaxud bir gündə 225 qr. ət yaxud ət məhsulu qəbul etməlidir. Əti səciyyələndirən onun tərkibindəki zülallardır. Lakin heyvan ətində cəmisi 18-22% zülal olur. Düzgün təşkil edilmiş qida payında tam dəyərli zülallar bədən çəkisinin hər kq-na sutkada 1,3-2 qr. miqdarında qəbul olunmalıdır. Ətin qida dəyəri onun bol miqdarda heyvan zülalı və yağının daşıyıcısı olması ilə müəyyənləşir. Qiymətli heyvan zülalı və yağından əlavə ətin tərkibində mineral maddələr, vitamin və duzlar vardır. Ət orqanizm üçün vacib olan dəmir, kalium, maqnium, natrium, sink, fosfor, yod və s. kimi mineral maddələr ilə zəngindir. Orqanizmə ətlə vitamin B-nin geniş kompleksi — B_1, B_2, B_3, B_6, B_{12} daxil olur. Dünya heyvandarları tərəfindən yer kürəsinin ayrı-ayrı bölgələrində yaxşı yemləmə və bəsləmə şəraitində xalis ətlik və ətlik-südlük qaramal cinsləri yaradılmış və onlar uğurla yetişdirilir. [1];[2];[3].

Aparılan təhlillər göstərir ki, yüksək məhsuldar qaramal cinsləri yetişdirilən regionlarda ətin həcmi artır maya dəyəri isə aşağı düşür. Bu isə sahənin rentabelliyini artırır və onun iqtisadi səmərəliyini təmin edir ona görə də respublikaya ətlik istiqamətli qaramal cinslərinin gətirilməsinə xüsusi diqqət yetirilir. Ətlik istiqamətli qaramal tez yetişgənliyi, yüksək ət çıxımı və ətinin daha keyfiyyətli olması ilə seçilir. Yəni onların əti zərif, incə lifli quruluşda, şirəli və yüksək dad ləyaqəti ilə fərqlənir. Ətlik istiqamətli qaramalın gövdəsi demək olar ki, düzbucaqlı formada, başı nisbətən kiçik, boynu qısa və ətli, ətrafları qısa, əzələləri yaxşı inkişaf etmiş, piy toplanması yalnız dərialtında deyil, həmdə əzələ arası toxumada müşahidə edilir. Odur ki, belə heyvanların əti «mərmər» görünüşə malikdir. Belə heyvanların ət çıxarı yüksək 60-65% olur. Ətlik cinsli iribuynuzlu qaramala, Şarole, Hereford, Aberdin-Anqus, Kalmık, Şorthorn, Hollavey, Limuzin, Santa-Hertruda və s. aiddir.

Südlük istiqamətli qaramalın (Qara-ala, Holştein-friz, Dcerzey, Xolmoqor və s.) gövdəsi üçbucaqlı formada, əzələləri zəif inkişaf edir, sümükləri nazik olur, yağ əsasən daxili orqanlarda toplanır, ət çıxarı nisbətən az 50- 55% olur. Qarışıq istiqamətli qaramal (Simmental, Şvis, və s.) bütün göstəricilərinə görə ətlik və südlük istiqamətli qaramal arasında aralıq vəziyyətdə yerləşir. Bunların ətinin keyfiyyəti və ət çıxarı orta səviyyədədir [8].

Tədqiqatın material və metodları

Tədqiqat işləri, əsasən Şərur rayonun Tumaslı kəndli-fermer südçülük təsərrüfatında aparılmışdır. Təcrübənin aparılmasında ətlik-südlük istiqamətli Simmental mənşəli yerli maldan alınan 20 baş mələz danalardan istifadə olunmuşdur. Qaramalın ət məhsuldarlığına təsir edən əsas amillərdən biri də kökəltmə və onun düzgün təşkilidir. Kökəltmənin səmərəliyi bir də qaramalın saxlanma sistemi ilə də əlaqədardır. Bundan başqa, kökəltmənin strukturu onun istiqaməti, sahibkarın damazlıq və ya əmtəəlik məhsul istehsal etməsi xüsusiyyətləri ilə müəyyən olunur. Kökəlməyə qoyulacaq heyvanların sayı, heyvanların yaş tərkibi, cinsi, cinsiyyəti və arıq heyvanların çıxdaşedilmə müddətləri nəzərə alınır [6];[7].

Apardığımız vizual araşdırma və qiymətləndirmə nəticəsində müəyyən etdik ki, Şərur rayonun Tumaslı kəndli-fermer südçülük təsərrüfatında yaxşı yemləmə və bəslənmə şəraiti olduğundan burada Simmental mənşəli mələz danaların kökəlmə qabiliyyəti də yüksəkdir. Odur ki, kökəltmənin aşağıdkı formaları tətbiq edildi: pəhriz (dietik) buzov əti; "zərif buzov əti"; qidalılıq keyfiyyəti yüksək olan cavan mal("Bebi-bif") əti və "süfrə dana əti" üsullu ilə kökəltmə. (cədvəl 1)

Cədvəl 1. Simmental mənşəli mələz danalarda kökəltmə üsulları

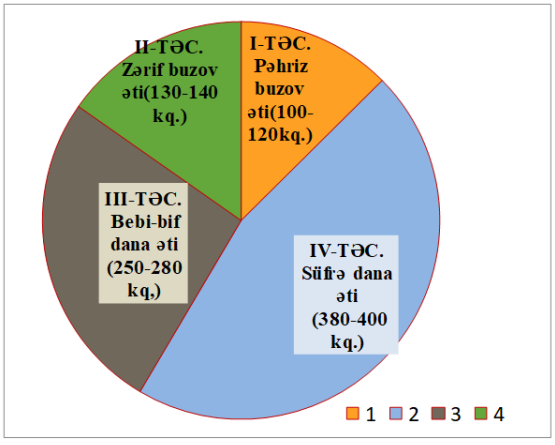
N	Kökəltmə üsulları	Baş sayı	Yem payı	Orta canlı kütlə (kq-la)	Minimum Maksimum
1	*Pəhriz (dietik) buzov əti* (20 günlükdə)	5	*Üzlü və üzsüz süd, qüvvəli yem*	38,0±2,18	35,9-40,18
2	*Zərif buzov əti* (30 günlükdə)	5	*Üzlü və üzsüz süd, qüvvəli yem, quru yonca otu, ot unu*	42,0±3,26	39,8-43,26
3	*Bebi-bif dana əti* (6-8 aylıqda)	5	*Quru yonca otu, ot unu,şirəli yem, qüvvəli yem*	130,0±5,6	124,4-135,6
4	*Süfrə dana əti* (13-14 aylıqda)	5	*Yaşıl yem,quru yonca otu, ot unu,şirəli yem, qüvvəli yem*	170±8,9	161,1-178,9

Cədvəldən görünür ki, yaxşı bəsləmə və saxlama şəratində Simmental mənşəli mələz buzovlar *seçilərək doğulan gündən 20* gün sonra

"Pəhriz" buzov əti almaq üçün kökəlməyə qoyulmuşdur. 5-6 aylığadək aparılan kökəltmə nəticəsində buzovların çəkisi 100-120 kq çatdırılmışdır . Bu kökəltmə üsulunda buzovlar 20 gündən 45-60 günlüyə qədər əsasən südlə kökəldilir, son mərhələdə isə onlara üzsüz və qüvvəli yem verilir.

"***Pəhriz" buzov əti*** südvari-gülü rəng, əzələ toxumasının çox incə olması, dəri altında yağ olması xarakterdir. Belə heyvanlarda daxili piy böyrək nahiyəsi və çanaq zolağında, qabırğa üzərində, budun bəzi yerlərində toplanmaqla ağ rəngdə olur. Kökəltmə nəticəsində ətin kimyəvi tərkibi dəyişdiyindən onun kaloriliyi də yüksəlir. Pəhriz buzov ətinin qidalılığı isə 1140 kkal-dir. "Pəhriz" buzov əti üsulu ilə kökəltmə iqtisadi cəhətdən çox faydalıdır.

"Zərif buzov əti" almaq üçün kökəltmədə, buzovlar seçilərək doğulan gündən 30 gün sonra 6 aylığadək kökəldilir. Bu kökəltmə üsulunda buzovlara 30 günlükdən başlayaraq üzsüz süd (yaxud üzlü südün əvəzedicisi), quru yonca otu, ot unu və qüvvəli yemlər verilir. *Kökəltmənin bu üsulu ABŞ, İngiltərə və Fransada* geniş tətbiq edilir. Kökəldilmiş buzovların çəkisi 4-6 aylıqda 130-140 kq çatdırılır. Fransada "Zərif buzov əti" almaq üçün buzovu "iki inək" altında bəsləməklə yüksək keyfiyyətdə ət istehsal edilir.



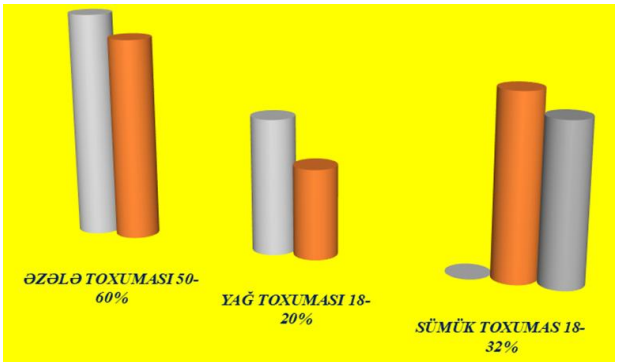
Simmental mənşəli danaların orta diri çəki kq-la

"Bebi-bif " əti almaq üçün, kökəltməyə 6-8 aylıqda mələz danalar qoyulur və kökəltmə 3-4 ay davam etdirilir. Heyvanların yem payı quru otdan (paxlalı və taxıl fəsiləsindən), meyvə köklərindən və xüsusi olaraq kökəltmə üçün hazırlanmış qarışıq yemdən istifadə edilir. Bu üsulla kökəltmə ABŞ, Cənubi Amerika, Avstraliya, Yeni Zelandiya və s.ölkələrdə aparılır. Kökəldilmiş danların çəkisi 9-12 ayda 250-280 kq çatdırılır.

"Süfrə dana əti" almaq üçün kökəltməyə 13-14 aylıqda mələz danalar qoyulur və kökəltmə 3-4 ay davam etdirilir. Respublikamızda əsasən "Süfrə dana əti" istehsal etmək üçün seçilmiş mələz danalar 16-18 aylığadək bəslənir və həmin yaşda çəki 380-400 kq-a çatdırılır. Danalar əvvəl otlaq şəraitində, sonra isə bordaq şəraitində bəsləyərək, onların diri çəkisi 2 yaşında 400-450 kq-a çatdırılr. Lakin təcrübələr göstərir ki, 90-120 gün müddətində kökəldilən cavan heyvanların diri çəkisi 1,0-1,2 dəfəyə qədər artaraq ətinin koloriliyi də yüksəlir. Belə ki, orta dərəcədən aşağı köklükdə kəsilmiş qaramalın 1 kq ətinin kaloriliyi 1080 kkal olduğu halda, əla köklükdə olan malın 1 kq ətinin kaloriliyi 1580 kkal olur. Belə heyvanların əti çəhrayı-qırmızı çalarlı, piyi ağ rəngdə olub «mərmər» görünüşə malik, tez bişməsi və yaxşı həzm olunması ilə fərqlənir.

Aparılan tədqiqatlar və təcrübələrin təhlili

Aparılan tədqiqatlar və təcrübələrin təhlili göstərir ki, Simmental mənşəli yerli maldan alınan mələzlərin ətinin keyfiyyəti hər şeydən əvvəl onun tərkibinə daxil olan toxumaların: Əzələ, yağ və sümük toxumalarının nisbəti ilə müəyyən olunur. Cəmdək kütləsinin 50-60%-ni əzələ toxuması, 18%-20-ni yağ toxuması, 15-32%-ni isə sümük toxuması təşkil edir.



Apardığımız vizual araşdırma və qiymətləndirmə nəticəsində müəyyən etdik ki, əzələ toxuması ətin qidalılıq dəyərini təyin edən əsas toxumadır, Simmental mənşəli yerli maldan alınan mələzlərdə yaşla əlaqədar olaraq əzələ toxumasının tərkibində suyun miqdarı azalır və quru maddənin miqdarı artır. Əzələ toxumasının rəngi onun tərkibində olan mioxromun (mioqlobinin) miqdarından asılıdır. Əzələ yaşlı heyvanlarda tünd, cavan heyvanlarda açıq rəngdə olur. Əzələ toxumasından sonra ətin keyfiyyətini təyin edən ikinci tərkib hissə yağ toxumasıdır. Yağ toxuması ətin yumuşaq hissəsinə aid olub, əzələ toxuması ilə uyğunlaşması nəticəsində ətin dad ləyaqətini, qidalılığını, xüsusilə enerji dəyərini artırır. Lakin, o da məlmdur ki, yağ toxumasının ətin tərkibində həddən çox olması onun dad və xassəsini azaldır. Yağ həmdə, yağda həll olan vitaminlərin və yağ turşularının mənbəidir. Yağ toxuması, boş birləşdirici toxumanın yağ damlaları ilə doldurulmuş hüceyrələrindən ibarətdir. Yağ dəri altına, əzələlər arasına və daxili orqanlara toplana bilər. Kökəldilmiş ətlik və ətlik- südlük heyvanlarda yağ əzələ arasına toplanır və əzələni kəsdikdə ona «mərmər» görünüş verir. Belə ətlər ən keyfiyyətli ət hesab edilir. Yağ toxumasından sonra ətin keyfiyyətini təyin edən üçüncü

tərkib hissə sümük toxumasıdır. Sümük toxuması çox çıxıntılı hüceyrələr və sümük kollageni (ossein) adlanan ara maddədən qurulub. Onun tərkibinə kalsium və fosfor duzları, həmçinində digər mineral duzlar toplanaraq onun bərkliyini və möhkəmliyini artırır. Skeleti təşkil edən cəmdəkdə sümük toxumasının miqdarı heyvanın növündən, cinsindən, yaşından, cinsiyyətindən, köklük dərəcəsindən asılı olur. Ətin keyfiyyətində bu dəyişmə bir sıra amillərdən asılıdır. Onlardan heyvanların köklüyü cinsi, yaşı, cinsiyyəti, yemləmə şəraiti və saxlanmasını göstərmək olar. Süfrə dana əti özünün tərkibində və qidalılıq dəyərinə görə orqanizmin bütün qida maddələrinə olan tələbatını bütünlüklə ödəyə bilmə keyfiyyətinə malikdir. Ona görə də kökəltmənin strukturu onun istiqaməti ətlik malın məhsuldar cins kimi formalaşmasından, elmi əsaslarla normalaşdırılmış və balanslaşdırılmış yemləmədən və bir yem vahidinə görə proteinin səviyyəsindən asılıdır.

Şərur rayonun Tumaslı kəndli-fermer südçülük təsərrüfatında Simmental mənşəli yerli maldan alınan 20 baş təcrübə heyvanlarında, bir yem vahidinə görə həzm olunan proteinin miqdarının, çəki artımına təsiri tədqiq edilmişdir (cədvəl 2).

Cədvəl 2. Təcrübə qruplarında bir yem vahidinə görə həzm olunan proteinin miqdarı

N	Kökəltmə üsulları	Baş sayı	Proteinin miqdarı (qr-la)	Minimum Maksimum
I	*Pəhriz (dietik) buzov əti* (10 günlükdə)	5	118,0±1,18	116,9-119,1
II	*Zərif buzov əti* (20 günlükdə)	5	117,0±1,26	115,8-118,2
III	*Bebi-bif dana əti* (6-8 aylıqda)	5	115,0±2,6	113,4-117,6
IV	*Süfrə dana əti* (13-14 aylıqda)	5	109±1,9	107,1-112,8

Cədvəldə verilmiş rəqəmlərdən göründüyü kimi, yüksək yemləmə və bəsləmə şəraitində təcrübə qruplarında olan heyvanların, bir yem vahidinə görə həzm olunan proteinin miqdarı, *pəhriz (dietik) buzov ətinə* kökəltmə qruppunda 118qr., *zərif buzov əti qruppunda* 117 qr., *Bebi-bif dana əti qruppunda* 115 qr. və *süfrə dana əti qruppunda* 109 qr. olmuşdur. Yerli maldan alınan mələzlərin yemlənməsi və bəslənilməsi hər ayda tərtib edilmiş gündəlik yem payına əsasən yerinə yetirilərək, tədqiqatlarla müəyyən olunmuşdur ki, kökəlmə müddətində süfrə dana əti təcrübə qrupunda olan heyvanların 1 kq diri çəki artımına orta hesabla 6,8 kq yem vahidi, hər yem vahidinə 109 qr həzm olunan poteyn, Bebi-bif dana əti qruppunda isə uyğun olaraq 6,97 kq və 115 qr sərf edilmişdir. Kökəltmə texnologiyasına uyğun olaraq kökəltmə müddəti 90-120 gün təşkil edir. Çünki müəyyən müddətdə daha çox heyvan kökəltmək mümkün olur və ət sənayesinin işi fasiləsiz təmin edilir. Ətlik, südlük istiqamətli məhsuldarlığı olan cinslərin cavanlarını zərif buzov əti üçün intensiv bəsləyərkən südəmər dövründə protein qidasının optimal səviyyəsi hər bir yem vahidinə görə 117-118 qr. həzm olunan proteindir. Bu halda heyvanlar 6 aylıq yaşında 134-145 kq diri çəkiyə çatır. Hər bir yem vahidinə görə proteinin səviyyəsinin 119 q-dək artırmaq cavan mal ətinin keyfiyyətini və kəsilmiş ət göstəricilərini yaxşılaşdırır həmçinin sonrakı ət məhsuldarlığına müsbət təsir göstərir. Göründüyü kimi, təcrübə qruppunda yemləmə və bir yem vahidinə görə proteinin səviyyəsinin düzgün aparıldığından buzov və danalarda 1 kq ətinin kaloriliyi yüksək olmuşdur. Bütün yuxarıda şərh olunanlar göstərir ki, kökəltmənin strukturu onun istiqaməti (istehsal ediləcək məhsulun xarekteri, sahibkarın damazlıq və ya əmtəəlik məhsul istehsal etməsi) iqtisadi və təbii xüsusiyyətləri ilə müəyyən olunur və belə heyvanların ət çıxarı yüksək və keyfiyyəti «mərmər» görünüşlü olur. Nəticədə məhsul istehsalına yem şərfi azalır,

məhsul istehsalından alınan gəlir artır. Ona görə də respublikada ərzaq məhsulu istehsalını yüksək səviyyədə həyata keçirmək, əhalini keyfiyyətli və təhlükəsiz ərzaqla təmin etmək üçün mövcud imkanlardan səmərəli istifadə edilməli və qaramalın kökəldilməsinə xüsusi fikir verilməlidir.

Nəticə:

1. Kökəltmənin strukturu, onun istiqaməti seçiləcək ətlik malın məhsuldar cins kimi formalaşma səviyyəsindən asılıdır.

2. Mələzlərin yemlənməsi və bəslənilməsi hər ayda tərtib edilmiş gündəlik yem payına əsasən yerinə yetirilərək, normalaşdırılmış və balanslaşdırılmış yemləmədən və bir yem vahidinə görə proteinin səviyyəsindən asılıdır.

3. Kökəlmə müddətində yem rasionuna yüksək keyfiyyətli yonca otu, çəmən otu, vitaminli ot unu, qarğıdalı, yem çuğunduru, yerkökü və qüvvəli yemlər daxil olmalıdır.

4.Qışda günəşli günlərdə yerli maldan alınan hibrid mələzlərin hər gün açıq havada 2-3 saat gəzintiyə buraxılması, danaların sağlamlığına və kökəlmə dövrü normal inkişafına yaxşı təsir edir.

5. Kökəlmə dövrü xarici mühit amilləri havanın və pəyənin soyuq yaxud, həddindən artıq istliyi, havanın sərt dəyişməsi, pəyədə iki tərəfli hava cəryanının olması heyvanların orqanizminə mənfi təsir göstərir. Pəyədə istilik 10-12 dərəcə, olmalıdır. Qışda tövlələr quru, normal istilikdə və təmiz saxlanılmalıdır.

6. Kökəlmə dövrü heyvanların yemlənməsi, təmizlənməsi, və s. işlər iş rejiminə əsasən hər gün eyni vaxtda aparılmalıdır.

Ədəbiyyat

1.Fərzəliyev E.B. Qida məhsullarının müasir tədqiqat üsulları. “İqtisad universiteti” nəşriyyatı. Bakı 2014.

2. Musayev N.X. Ərzaq mallarının ekspertizası. Heyvanat mənşəli məhsullarının ekspertizası. II hissə (dərslik) “Çaşıoğlu” nəşriyyatı Bakı 2005.

3. Məhərrəmov M.Ə. Qida məhsullarının texnologiyasının nəzəri əsasları.Dədslik- Bakı. “İqtisad universiteti” nəşriyyatı. Bakı, 2015.

4. Qədimova N.S. Ət və ət məhsullarının texnologiyası. Bakı-2013.

5. V.Ş.Mikayılov, E.B.Fərzəliyev. Qida məhsullarının ümumi texnolgiyası. Bakı-2018

6. Позняковский В.М. Экспертиза мяса и мясапродуктов. Новосибирск. Из.-во Новосибирского Унверситета, 2001.

7. Планирование на предприятии АПК / К.С. Терновых и др. – Москва: КолосС, 2007. 333 с.

8. Шепелев А.Ф., Кожухова О.И., Туров А.С. – Товароведение и экспертизе мяса и мясных товаров. Из-во центр «МарТ» Ростов-на-Дону., 2001.

9. Amirli F.A., Aghamaliyev Z.Z., Abdullayeva I.G., Pashayeva Z.N.&Aghamaliyeva D.B. The role of nutrition in ensuring healthy living. Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2(148), 2024, 629-638. DOI: 10.32010/mpmc2024.085

10. Abbasov V.M., Əmirli F.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Z.V., Quliyeva N.R. Qida kimyası. Dərslik. Bakı: Elm, 2023, 260 s.

Инновационные пути повышения пищевой ценности, вкусовых и ароматических свойств говядины

М.М.Гасанов, А.Ю.Гулиев

Резюме.

В статье рассматриваются методы откорма и повышения мясной продуктивности местного скота в результате племенной работы, проводимой на ферме «Тумасли» в районе Шарур. Таким образом, местные породы Симментального происхождения характеризуются быстрым созреванием, высоким выходом мяса и улучшением качества мяса. Другими словами, их мясо обладает нежной, мелкозернистой структурой, сочным и высоким вкусом, может легко адаптироваться к различным климатическим условиям, использовать потенциал продуктивности потомства на высоком уровне или, другими словами, показать его потенциал.

Ключевые слова: *тонкая клетчатка, устойчивость, улучшение, рентабельность, диетическое (диетическое), «говяжье мясо беби-биф», «мраморный»*

Innovative ways to increase the nutritional value, taste and aroma properties of veal

M.M.Hasanov, A.Y.Quliyev.

Summary

The article discusses the methods of feeding and increasing the meat productivity of local livestock as a result of breeding work carried out at the "Tomaslı" farm in the Sharur region. Thus, fattening hybrids of local livestock are characterized by high yield and improved meat quality. That is, their meat is distinguished by a fine, fine-grained structure, juicy and high taste.Thus, angels of domestic goods can easily adapt to different climatic conditions and use the potential of high performance of their generation, or, in other words, show their potential.

Key words: *thin fiber, stability, improvement, profitability, diet (dietary), "baby-beef",* "marble".

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1436

XURMADAN HAZIRLANAN KOMPOTUN ORQANOLEPTİK GÖSTƏRİCİLƏRİNİN MÜQAYİSƏLİ TƏDQİQİ

Hacıyeva A.A., Məmmədova X.A.

Azərbaycan Texnologiya Universiteti, Gəncə
e-mail: ami2011.65@mail.ru

Xülasə.
Təqdim olunan məqalədə Azərbaycan Respublikasının Samux rayonu ərazisində yetişdirilən xurma *(lat. Diospyros L.)* meyvəsinin qidalılıq dəyəri araşdırılmış, insan sağlamlığının yaxşılaşdırılması məqsədilə onun istifadə imkanları öyrənilmişdir. Bununla yanaşı istilik emalı 2 rejimdə (pasterizasiya və sterilizasiya) aparılmaqla hazırlanan xurma kompotunun orqanoleptik göstəriciləri tədqiq edilmişdir.
Məqalədə hər iki üsulla hazırlanmış xurma kompotunun tədqiqi zamanı alınmış nəticələrin müqayisəli təhlili verilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, orqanoleptik göstəricilər baxımından pasterizasiya edilmiş xurma kompotu ən yaxşı göstəricilərə - xoşagələn dada, rəngə, iyə, xarici görnüşə, yüksək keyfiyyətli şərbətə və konsistensiyayasını yaxşı saxlayan meyvələrə malikdir. Məhz bu göstəriciyə əsasən xurma kompotunun hazırlanması üçün ən yaxşı istilik emalı pasterizasiya rejimi qəbul edilir. Hazırlanmış xurma kompotu isə insanların gündəlik qida rasionuna daxil edilə bilər.

Hazırki dövrdə əhalinin rasional qidalanmasında meyvə və onlardan hazırlanan məhsulların geniş şəkildə istifadə olunmasında əsas məqsəd zərərli maddələrin orqanizmdən xaric edilməsinə kömək etməkdir. Müasir tədqiqat üsulları sahəsində aparılan elmi ədəbiyyatların təhlili göstərmişdir ki, mədəni və yabanı yetişdirilən meyvələr arasında xurma xüsusilə diqqəti cəlb edir [4].

Xurma *(lat. Diospyros L.)* yüksək məhsuldarlıqlı və qiymətli qida məhsulu olub, təbabətdə müalicəvi əhəmiyyət kəsb edir. Respublikamızın əksər bölgələrində geniş yayılmış xurma meyvəsi ekoloji baxımdan təmiz qida məhsulu olub, zəngin qidalılıq dəyərinə malikdir. Xurmanın tərkibində insan orqanizmi üçün zəruri olan qida əhəmiyyətli bioloji aktiv maddələr vardır. Xurmanın yetişməsində və saxlanmasında heç bir kimyəvi dərman preparatından istifadə olunmur. Ona görə də insanların sağlamlığını təmin etmək məqsədilə xurma və onlardan hazırlanan yüksək keyfiyyətli, təhlükəsiz qida məhsullarından il boyu istifadə edilməsi vacib hesab edilir [4].

Xurma meyvəsi və ondan hazırlanan məhsulları, digər məhsullardan fərqləndirən xüsusiyyət, onların tərkibində yüksək miqdarda yodun (63 mkq/100 q) olmasıdır. İnsan orqanizmində yod çatışmazlığı zob xəstəliyinin yaranmasına səbəb olur. Qida rasionuna yodla zəngin olan məhsulların əlavə edilməsi bu xəstəliyin qarşısını alır. Buna görə də xurma ateroskleroz və qalxanvari vəzi xəstəliklərin müalicəsi üçün müntəzəm olaraq pəhriz qidalara daxil edilir. Bununla belə, xurmanın tərkibində olan yod insan orqanizmi tərəfindən çox yaxşı mənimsənilir [1].

Xurma *(lat. Diospyros L.)* meyvəsinin tərkibində çoxlu miqdarda fenol birləşmələrinin

olması, onların yetişməsi, böyüməsi və saxlanması zamanı mikrobioloji xəstəliyə tutulmamasına və kimyəvi dərman preparatından istifadə olunmamasına səbəbi olur. Bu meyvənin tərkibində olan fenol birləşmələri yüksək antioksidant və antimikrob xüsusiyyətlərə malik olub, insan orqanizmində qan dövranınının nizamlanmasında, yaddaşın gücləndirilməsində və yorğunluğun aradan qaldırılmasında mühüm rol oynayır. [1].

Aparılan tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, xurma *(lat. Diospyros L.)* meyvəsi vitaminlərin əsas mənbəyi hesab edilir. Bu meyvənin tərkibində yağda və suda həll olunan vitaminlər – askorbin turşusu, B vitamini qrupu (B_1, B_2, B_3, B_6, B_9), E, PP, K vitamini və s. vardır. Xurma meyvəsinin tərkibində böyük miqdarda askorbin turşusu vardır ki, bunun da miqdarı 16÷21 mq/100 q təşkil edir. Askorbin turşusu antioksidant çatışmamazlığında müalicəvi profilaktik rol oynayır. Ona görə də xurma meyvəsi gözəl antioksidant hesab edilir və onu insan sağlamlığının qorunması üçün əvəzolunmaz mövsüm meyvəsinə çevirir. Askorbin turşusunun toplanması meyvələrin yetişmə dərəcəsi ilə, həmçinin, hava şəraiti ilə bağlıdır. Bu turşusunun maksimum miqdarı yetişmiş meyvədə olur, yetişmə dövrü keçdikdən sonra, saxlama və emal zamanı onun miqdarı azalır [2, 3, 4, 7].

Xurma *(lat. Diospyros L.)* meyvəsi insan orqanizmində immunitet sistemini gücləndirir və qida allergiyasına səbəb olmur. Belə ki, bu meyvə karbohidrat, yağ və enerji mübadiləsini normallaşdırır, zülalların sintezini aktivləşdirir, qan dövranını yaxşılaşdırır və fəaliyyətini artırır, qan təzyiqini aşağı salır [3].

Xurma *(lat. Diospyros L.)* meyvəsinin tərkibində çoxlu miqdarda karbohidratlar vardır. Bu meyvənin tərkibində olan şəkərin miqdarı 8÷19%-ə qədər olur. Xurmanın əsas karbohidratları qlükoza və fruktozadır. Bu karbohidratlar (qlükoza və fruktoza) xurma meyvəsinin şirəsində çox, qabıq və lətində isə nisbətən az olur. Xurmanın yetişməsi zamanı onun tərkibində olan qlükoza və fruktozanın miqdarı az, büzüşdürücülük xüsusiyyətinə malik fenol maddələrin miqdarı isə çox olur. Meyvə yetişdikcə, onun tərkibində olan sadə şəkərlərin miqdarı çoxalır, fenol maddələri isə azalır. Xurmanın dadı tərkibindəki şəkərin ümumi miqdarından və nisbətindən asılıdır [2, 3, 4].

Xurmanın tərkibində pektin maddələri vardır ki, onların da miqdarı meyvənin qabıq və lətli hissəsində çox, şirəsində isə nisbətən az olur. Xurmanın tərkibində olan pektin maddələrin miqdarı 0,65÷1,12 q/100q olur. Digər karbohidratlardan fərqli olaraq pektin maddələri insan orqanizmində enerji ehtiyatı yaratmır. Pektin maddələrinin əsas xüsusiyyətləri ondan ibarətdir ki, onlar radioaktiv metallarla və zəhərli maddələrlə kompleks birləşmələr yaradaraq, onları insan orqanizmindən xaric edə bilirlər. Pektin maddələrinin bu faydalı xüsusiyyətlərindən profilaktik və pəhriz qida məhsullarının hazırlanmasında, həmçinin ağır iş şəraitində işləyən insanların qida rasionuna daxil olan məhsulların istehsalında istifadə olunur [2, 3].

Xurmanın dadının formalaşmasında karbohidratlarla yanaşı turşular da iştirak edir ki, onlar da həzm sistemindəki proseslərə faydalı təsir göstərir. Meyvələrin dadı turşuların keyfiyyət və kəmiyyət tərkibilə müəyyən edilir. Turşuların hər birinin özünəməxsus dadı vardır. Xurmanın tərkibində olan limon turşusu immunitetə müsbət təsir göstərir və orqanizmin müdafiə funksiyasını artırır [2].

Xurma *(lat. Diospyros L.)* makro- və mikroelementlər mənbəyidir. Meyvələrin tərkibinə daxil olan mineral maddələr mübadilə proseslərində vacib rol oynayırlar. Xurma meyvəsinin tərkibində böyük miqdarda kalium (210 mq/100q-a qədər) vardır. Bu meyvədə kalsiumun miqdarı 134 mq/100 q, maqneziumun miqdarı isə 59 mq/100 q təşkil edir.

Kalsiumun və maqneziumun mənimsənilməsi meyvələrdə fosforun olması ilə bağlıdır, həmçinin onlar bitiki quruluşunun əsas mikroelementləridirlər. Fosfor üzvi birləşmələri, həmçinin

fosfatlar orqanizmdə müxtəlif funksiyaları yerinə yetirirlər. İnsan orqanizminin əqli və əzələ fəaliyyəti onun tərkibində olan fosfordan asılıdır [2]. Xurma meyvəsində fosforun miqdarı 44 mq/100 q təşkil edir. Xurma meyvəsinin tərkibində olan dəmir ölkə əhalisinin qida rasionunda bu metala olan çatışmazlığı tam təmin edə bilər. Bu meyvədə olan dəmir böyük bioloji mənimsənilmə xüsusiyyətinə malikdir. Bu səbəbdən xurmadan qidalanma zamanı orqanizm üçün kifayət edən dəmir mənbəyi kimi istifadə edilir. Xurma 2,63 mq/100 q dəmir toplaya bilir. Bitki xammalında böyük miqdarda manqan olur, o, qanın yaranmasında, sümüklərin formalaşmasında iştirak edir, boy artımına və insulinin metabolizminə təsir göstərir [2]. Xurma meyvəsində 0,373 mq/100 q həddində manqan olur.

Xurmadan *(lat. Diospyros L.)* əsasən təzə halda istifadə edilir. Bununla yanaşı xurma qida məhsulları istehsalı üçün kifayət qədər qiymətli və perspektivli xammal növü hesab edilir. Ona görə də onun səmərəliliyinin əldə edilməsi üçün xurma meyvəsindən təhlükəsiz qida məhsulları emalının tətbiq edilməsi vacib sayılır. Bu baxımdan Azərbaycan Texnologiya Universitetinin (ATU) "Qida mühəndisliyi və ekspertiza" kafedrasının laboratoriyasında xurmadan kompot hazırlanmışdır. Əvvəlcə hazırlanacaq yeni növ qida məhsulunun istehsal texnologiyasının texnoloji sxemi tərtib edilmişdir [3, 5].

Xurma kompotunun hazırlanmasının texnoloji sxemi belədir: yuma → təmizləmə → doğrama (xurma və limon) → qablara doldurma → şərbətin əlavə edilməsi → qapaq bağlama → istilik emalı (pasterizasiya və ya sterilizasiya) → saxlama. Bundan sonra tərtib edilmiş texnoloji sxem əsasında xurma kompotunun resepturası işlənmişdir. Reseptura əsasında hazırlanan xurma kompotunun istilik emalı 2 rejimdə aparılmışdır: pasterizasiya və sterilizasiya.

Hər iki istilik rejimində (pasterizasiya və sterilizasiya) hazırlanan xurma kompotundan götürülmüş nümunənin orqanoleptik üsulla keyfiyyət göstəriciləri dequstasiya komissiyası tərəfindən qiymətləndirilmişdir [6].

Tədqiqat nəticəsində hər iki istilik rejimində hazırlanan xurma kompotunun orqanoleptik göstəriciləri müəyyən edilmiş və müqayisəli təhlil edilmişdir (cədvəl 1).

Cədvəl 1. Pasterizasiya və sterilizasiya edilmiş "Xurma kompotu"nun orqanoleptik göstəriciləri

Orqanoleptik göstəriciləri	İstilk emalı rejimi	
	Pasterizasiya	Sterilizasiya
Xarici görünüşü	Mexaniki zədələnmiş olmayan, iriliyinə görə eyni ölçüdə olan (8%-ə qədəri müxtəlif ölçüdə) doğranılmış meyvə hissələridir	
Dadı və iyi	Turşa-şirin, daha xoşagələn, məxsusi olaraq hazırlanmış meyvələrin (xurma və limon) dadına və iyinə uyğundur. Kənar dad və iy yoxdur.	
Şərbətin keyfiyyəti	Kənar qarışığı olmayan, içərisində meyvənin azacıq lət hissəsi ola bilən şəffaf mayedir	Kənar qarışığı olmayan, içərisində meyvənin azacıq lət hissəsi ola bilən qeyri-şəffaf mayedir
Meyvələrin konsistensiyası	Meyvələri bişməmiş olur	**Meyvələri bişmiş olur**
Meyvələrin rəngi	Meyvənin öz təbii rənginə məxsus, ləkəsiz, bir rəngli olur	
Kənar qarışıqlar	Yoxdur	

Cədvəl 1-dən göründüyü kimi pasterizasiya edilmiş xurma kompotundan götürülmüş nümunələrin orqanoleptik göstəriciləri, sterilizasiya edilmiş xurma kompotuna nisbətən yaxşı göstəricilərə malikdir. Belə ki, pasterizasiya edilmiş xurma kompotu xoşagələn dada, rəngə, iyə, həmçinin yüksək keyfiyyətli şərbətə və konsistensiyayasını yaxşı saxlayan meyvələrə malikdir.

Müəyyən edilmişdir ki, Azərbaycan respublikasının Samux rayonunda yetişdirilən

xurmadan kompot hazırlanarkən istilik emalında pasterizasiya rejimindən istifadə etmək məqsədəuyğun hesab edilir. Yekun olaraq belə qərara gəlmək olar ki, yüksək miqdarda bioloji aktiv maddələri, xüsusilə də C vitamini və yodu saxlayan xurmadan müxtəlif çeşidli təhlükəsiz qida məhsulları istehsal etmək olar. Ona görə də tədqiqatın nəticələrinin istehsalata tətbiq edilməsi məqsədyönlü hesab edilir.

Ədəbiyyat:

[1] Əhmədov Ə-C.İ., Əliyev N.T. Meyvə və tərəvəzin əmtəəşünaslığı. Dərslik.- Bakı.: 2009.- 437 səh.
[2] Nəbiyev Ə.Ə., Moslemzadeh E.Ə. Qida məhsullarının biokimyası. Dərslik. - Bakı.: Elm, 2008 - 444 s.
[3] Ə.Ə.Nəbiyev, E.N.Dostiyari. Xurma meyvəsindən müxtəlif çeşiddə qida məhsulları istehsalı texnologiyasının tədqiqi. Monoqrafiya. – Bakı.: Elm, 2010. - 180 səh.
[4] Hacıyeva A.A., Məmmədova X.A. Təhlükəsiz qida məhsullarının hazırlanmasında xurma meyvəsinin rolu. Zəfər gününə həsr olunmuş "Elm və texnologiyaların müasir trendləri" mövzusunda Respublika elmi-praktik konfransın materialları.- Gəncə.: ATU, 2024.-səh.126-128.
[5] Гореньков Э.С. Технология консервирования растительного сырья: учебник для вузов / Э.С. Гореньков, А.Н. Горенькова, О.И. Кутина и др. - СПб.: ГИОРД, 2014. - 320 с.
[6] Родина Т.Г. Дегустационный анализ продуктов/ Т.Г. Родина, Г. А. Вукс. - Москва: Колос, 2014. - 176 с.
[7] Abbasov V.M., Əmirli F.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Z.V., Quliyeva N.R. Qida kimyası. Dərslik. Bakı: Elm, 2023, 260 s.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОМПОТА ИЗ ХУРМЫ

Гаджиева А.А., Мамедова Х.А.
Азербайджанский технологический университет, Гянджа

РЕЗЮМЕ

В представленной статье рассматривается пищевая ценность плодов хурмы (лат. Diospyros L.), произрастающей в Самухском районе Азербайджанской Республики, а также изучаются возможности ее использования для улучшения здоровья человека. Кроме того, были изучены органолептические показатели компота из хурмы, приготовленного путем проведения термической обработки в 2-х режимах (пастеризация и стерилизация).
В статье представлен сравнительный анализ результатов, полученных при исследовании компота из хурмы, приготовленного обоими способами. Определено, что по органолептическим показателям наилучшими показателями обладает пастеризованный компот из хурмы – приятный вкус, цвет, запах, внешний вид, качественный сироп, плоды хорошо сохраняют консистенцию. Именно по этому показателю наилучшим режимом термической обработки для приготовления компота из хурмы является пастеризация. Приготовленный компот из хурмы можно включать в ежедневный рацион питания людей.

COMPARATIVE STUDY OF ORGANOLEPTIC INDICES OF PERSIMMON COMPOTE

Haciyeva A.A., Mammadova X.A.
Azerbaijan Technological University, Gandja,

SUMMARY

The presented article investigates the nutritional value of persimmon (lat. Diospyros L.) fruit grown in the Samukh region of the Republic of Azerbaijan, and its potential uses for improving human health. In addition, the organoleptic characteristics of persimmon compote prepared by heat treatment in 2 modes (pasteurization and sterilization) were studied.
The article presents a comparative analysis of the results obtained during the study of date compote prepared by both methods. It was determined that in terms of organoleptic indicators, pasteurized date compote has the best indicators - pleasant taste, color, smell, appearance, high-quality syrup and fruits that retain their consistency well. It is based on this indicator that the best heat treatment pasteurization regime for the preparation of date compote is adopted. The prepared date compote can be included in the daily diet of people.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1441

CANLI ORQANİZMDƏ ÇİÇƏK TOZUNUN (POLEN) ƏHƏMİYYƏTİ

Tamara Abbasova[1], Kamandar Daşdəmirov[2], Fatimə Namazova[3], Gülnar Şirinova[4]

[1,2,3] Azərbaycan Aqrar Universiteti "Texnologiya fakültəsi"
[4] Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti "Kimya texnologiya fakültəsi"
[1]Biologiya elmləri üzrə fəlsəfə doktoru, dosent,http://orcid.org/0000-0003-3455-0652,abbasov2020@mail.ru
[2]Biologiya elmləri üzrə fəlsəfə doktoru,dosent,kamandar.dashdamirov@mail.ru
[3]Əczaçılıq ixtisası 3 kurs tələbə,http://orcid.org/0009-0000-0248-4561,fatya6636@gmail.com
[4]Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, http://orcid.org/0009-0008-5128-605X, shirinligulnar@gmail.com

XÜLASƏ

Təbiəti çirkləndirən təbii proseslərin intensivləşməsi, anormal iqlim dəyişmələri, insanın təbiətə müxtəlif müdaxilələri, ekoloji təmiz qida məhsullarının azalması, ətraf mühitin müxtəlif mutagen, kanserogen, radioaktiv maddələrlə çirklənməsi nəticəsində, stress vəziyyət yaranır, orqanizimdə normal metobalik prosseslərin getməsi pozulur, hüceyrə və toxumalar zədələnir, immun sistemi zəifləyir. Bu bir çox xəstəliklərin, xüsusilə ürək-damar, əsəb, həzm sistemi xəstəliklərinin, xərçəng, şəkərli diabet, hepatit, parkinson, aleheym və digər xəstəliklərin sürətlə inkişafına səbəb olur. Aparılmış tibbi tədqiqatlarla müəyyən edilmişdir ki, bu xəstəliklərin qarşısının alınması və müalicəsində antioksidant, antimutagen xassəyə malik bioloji fəal maddələr ən effektli vasitədir. Tədqiqatçılar arasında belə bir möhkəm inam yaranmışdır ki, bitki mənşəli polifenollar – flavonollar, antosianllar, katexinlər məhz belə xassəyə malik olub, insan sağlamlığının qorunmasında olduqca önəmlidir. Xüsusilə qidalarda bol olan flavanoidlərə hesperetini misal göstərmək olar hansı ki, sitrus meyvələrində üstünlük təşkil edir. Qırmızı meyvələrdə ,giləmeyvələrdə siyanidin, soya bitkisində daidzein, alma və üzüm də proantosiyanidinlər, soğan və çay kimi bitkilərdə isə quercetin üstünlük təşkil edir.

Bitki mənşəli polifenollar bitkilərin ekologiyasında mühüm rol oynayır. Polifenolların alınma mənbələrinə müxtəlif meyvə və tərəvəzləri, çay nümunlərindən qara və yaşıl çayı, şokolad, bitki mənşəli yağlardan isə zeytun yağını misal göstərmək olar. Bir sıra çərəz məhsulları, o cümlədən yosunlar da potensial polifenol mənbəyi kimi hesab edilə bilər. Ona görə də polifenol birləşmələri ilə zəngin olan xammal mənbələrinin aşkar edilməsi, onlardan bioloji fəal qida əlavələri və tibbi preparatlar alınması müasir dövürdə olduqca aktualdır.

Məqalədə bitki mənşəli, polifenol birləşmələrlə zəngin, əvəzsiz bioloji fəal məhsulların biri kimi tanınan polendən (arıların topladığı çiçək tozu) bəhs edilmişdir. Polen (çiçək tozu) özlüyündə həşaratlarla tozlanan bitkilərin erkək tozçuqlarının bal arısı fermentləri ilə zənginləşdirilməsindən alınmış ekoloji təmiz məhsuldur.

Açar sözər: *polen, çiçək tozu, ferment, polifenol, antioksidant və s.*

GİRİŞ

Polen canlı orqanizmlərin ehtiyac duyduğu bioloji aktiv maddələrin təbii xəzinəsidir. Onu da yada salaq ki, həmin bu təbii xəzinə, bitkilərin həyatına başlanğıc verən cinsiyyət hüceyrələridir. Çiçəkli bitkilər çiçək tozu vasitəsi ilə çoxalır. O, bal arıları tərəfindən toplanır. Arılar bu yolla pətəyə çiçək tozunu daşıyaraq bala arıların zülal tələbatını ödəyir. Bal arıları tərəfindən toplanan çiçək tozları daha sonra insanlar tərəfindən yığılır və qida maddəsi kimi

istifadə olunur. Həmçinin bal sintezində iştirak edir.Onu da yazırlar ki, çiçək tozularının tərkibindəki mövcud fermentlər hüceyrələrdə mübadilə proseslərini idarə edir, tənzimləyir, hüceyrələrin bölünmə, bərpa qabiliyyətini artırmaqla, bioloji aktivliyini də yüksəltmiş olur [1; 3].

Yuxarıda sözügedən proseslərin başverməsində, məhsuldarlıq elementlərinin formalaşdırılmasında, ekoloji təmiz məhsul istehsalında çiçək tozunun tərkibi, təbii ki, xüsusi önəm daşıyır. İlk yada düşən o olur ki, polenin (çiçək tozunun) tərkibində insanların qida ilə aldıqları bütün aminturşuları vardır. Hansı ki, həmin turşular orqanizmlərin özü tərəfindən sintez ounmur [5; 8].

Y.Kosenkonun məlumatına əsasən çiçək tozunun tərkibində orta hesabla makroelement (K, Ca, P, Fe, Mg), mikroelement (Mn, Cr, Zn, J və s.) tapılmışdır [4].

Polenin (çiçək tozu) tərkibi həmçinin karotinoidlərlə, provitaminlərlə- A və B qrupu vitaminləri, D, E, C, P vitaminləri, fitoharmonlar, antibakterial maddələri ilə, eləcə də maddələr mübadiləsi prosesində mühüm rol oynayan fermentlərlə zəngindir. Rekord miqdarda olan rutin ürək xəstəliklərinin profilaktikasını həyata keçirir.

Ədəbiyyat materiallarına əsasən polen (çiçək tozu) insanlarda həzm prosesini normallaşdırır, stressə davamlılığı artırır, immun sistemini stimullaşdırır, qara ciyər toxumalarının funksiyasni bərpa edir, bədənin radiasiyaya davamlılığı, əqli iş qabiliyyətini artırır, ürəyin qan-damar sisteminin işini yaxşılaşdırır, laxtalanmanı, xolesterinin miqdarını azaldır, bağırsaqda mikroorqanizmlərin inkişafını ləngidir, dərini təravətləndirir, cavanlaşdırır, kişilərdə cinsi qabiliyyətini artır və s. Bundan əlavə polen (çiçək tozu) aşağıdakı funksiyaların da yerinə yetirilməsində məsləhət bilinir: baş ağrılarında, yaddaşın itirilməsində, maddələr mübadiləsinin pozulması və boy artımının ləngiməsində; nazik və yoğun bağırsaqların kolit, enterit və digər xəstəliklərində; böyrəyin xroniki xəstəliklərində, prostatitlərdə; prostat vəzinin adenomasında, cinsi zəiflik və impotentlikdə; onikibarmaq bağırsağın qastrit və xorasında; qocalma proseslərinin profilaktikasında; zədələnmiş toxumaların bərpasında; hamiləlikdə; immunitetin zəifləməsində və qara ciyərin bərpasında; ürək və qan-damar sistemi xəstəliklərində: anemiya, ürək ritminin pozulması, stenokardiya və ateroskleroz, ürəyin işemik xəstəliyi; uşaqların böyüməsini yaxşılaşdırmaq; qadınların arıqlama zamanı orqanizmin vəziyyətini yaxşılaşdır və s.[1]

Arılar poleni (çiçək tozunu) özərini, eləcə də süfrələrini bəsləməkdən ötrü toplayır. Hansı çiçəyə qonurlarsa, həmin çiçəyin tozu da arının dal ayağına yapışır, daha sonra da uçaraq pətəyinə daşıyır. Hər dəfə uçuşunda minlərlə çiçəyə qonur, sonda arının ayağında onlarla çiçək tozunun qarışığı yaranmış olur və kimyəvi tərkibi də aşağıda cədvəl 1-də verilmişdir. Həmin qarışığı arıların ayağından, pətyin giriş qapısında arıçının qurduğu xüsusi torla toplayırlar.

Cədvəl 1. Polenin (çiçək tozu) kimyəvi tərkibi

s/s	Göstəricilər	Ölçü vahidi	Miqdarı
1	Su	%	3...4
2	Karbohidratlar	%	20...39
3	Proteinlər	%	11...35
4	Lipidlər	%	1...20
5	Vitaminlər: A, B, C, D, E qrupu, P, PP, K,		
6	Makroelementlər: K, Ca, P, Fe, Mg və s.		
7	Mikroelementlər: Zn, Cu, J, Cr, Mn və s.		
8	Fitohormonlar və s.		

Mənbə: Q.Axundova[2]

[1] *https://azexport.az/mehsul/10762*
[2] http://fizulihuseynov.com/

Arı Dünyada mövcud olan canlıların ən ağıllısı, işgüzarı kimi insanlara tanışdır. Özünün də yeddi adda məhsulu ilə məşhurdur. Bunlar: propolis (vərəmmum), polen (çiçək tozu), güləm, arı südü, arı zəhəri, mum və baldır. Dəyər üzrə qiymətləndirsək, o zaman balın son sırada durduğunu görürük. Polen (çiçək tozu) və güləm (perqa) arının ən qiymətli məhsullarındandır. Polen baldan on iki dəfə, güləmdən isə iyirmi dəfə güclü hesab olunur [5; 6; 7].

Çiçək tozları adətən onun hansı bitkidən toplanmasından asılı olaraq rəngini dəyişə bilir. Belə ki, zülal və minerallarla zəngin olan polenin (çiçək tozu) təbiətdə daha çox rastlaşdığımız rəngi - qızılı sarı rəngdə olandır. Bununla belə, hansı bitkidən toplanmasından asılı olaraq təsiri də fərqliir. Belə ki, söyüd ağacının çiçəklərindən yığılmış polen (tozcuq) aspirini çox rahatlıqla əvəzləyə bilir və soyuqdəymə zamanı olduqca faydalıdır [8]. Digər bir nümunə də ondan ibarətdir ki, adi qanqaldan toplanmış çiçək tozu isə insanlarda qaraciyərin dərmanı olaraq qəbul edilir, immuniteti yüksəltməklə yanaşı, beyinin qan dövranını tənzimləyir, normallaşdırır və s. Məhz bu cür faydalarına görə də arıların topladığı çiçək tozları insanların, digər faydalı həşəratların və s. sağlamlıq mənbəyi hesab edilir. Polen, eyni zamanda əczaçılıqda, kifayət sayda kimyəvi dərmanların əvəzedicisi sayıla bilir. Çünki, çiçək tozunun keyfiyyəti və qiyməti onun kimyəvi tərkibinin zənginliyindən asılıdır. Təbii ki, belə olan halda çiçək tozunun kimyəvi tərkibinin müəyyənləşdirilməsi tədqiqatçıların çoxdan diqqətini çəkmişdir.

Materiallar və metodlar

Tədqiqat Azərbaycan Dövlət Aqrar Universitetinin Kimya laboratoriyasında aparılmışdır. Nəzəri hissədə qeyd olunan bioloji aktiv maddələrin (karbohidratlar, zülallar, yağlar, vitaminlər, makro və mikroelementlər və s.) müvafiq metodlara əsasən keyfiyyət analizi işlənmişdir. İlk öncə polenin spirtdə (40-90%) ekstraktı hazırlanmışdır.

Tədqiqatın nəticələri və müzakirəsi

Polen (çiçək tozu) adətən onun hansı bitkidən toplanmasından asılı olaraq rəngini dəyişə bilir. Daha çox rastlaşdığımız rəngi - qızılı sarı rəngdə olandır. Arının ərazidəki çiçəklərdən daşıyıb yuvasına gətirdiyi poleninin tərkibinin təxminən 30%-ni karbohidratlar-şəkər, digər hissəsini isə, dal ayaqlarına rahatlıqla toplanan, uçuş vaxtı küləkdən tökülməyən, yumşaqlığı və yüngüllüyü ilə diqqət çəkən tozcuqlar təşkil edir. Faydalarına görə də arıların topladığı çiçək tozları insanların, digər faydalı həşəratların və s. sağlamlıq mənbəyi hesab edilir.



Şəkil 1. Polenin spirtdə ekstraktı



Şəkil 2. Polenin tərkibində bioloji aktiv maddələrin keyfiyyət analizi

Apardığımız tədqiqatlardan belə nəticəyə gəlmək olar ki, polenin tərkibi zülallarla, karbohidratlarla, yağlarla, vitaminlərlə, fermentlərlə, makro və mikroelementlərlə zəngindir. Təbii ki, yekunda bu qədər təbii zənginlik sağlamlığın rəhni olmaqla yanaşı, polenin əczaçılıqda geniş istifadəsinə zəmin yaradır.

Nəticə

1.Polen (çiçək tozu) rəngi adətən onun hansı bitkidən toplanmasından asılıdır və bitkilərdən asılı olaraq rəng dəyişə bilir.

2.Polenin əzçalıqda istifadə olunur. İnfarkt, ürək çatışmazlığı, xolestrol yüksəkliyi və yüksək təzyiq kimi xəstəliklərdə istifadəsi, orqanizmə müsbət təsiri müəyyənləşdirilmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Q. Axundova Polen-Çiçək tozu [Elektron resurs] / 21 noyabr , 2019. // https://herba-flora.com/meqaleler/polen-cicek-tozu/
2. A.K. Seyidov Azəbaycan Respublikasında arıçılığın inkişafının aktuallığı, problemləri və arıçılıq elmi tədqiqatların obyekti kimi. / Azərbaycan Aqrar Elmi. – Bakı: – 2018. № 5. – s. 99-102.
3. Г. А. Бухарева О пыльце и пчёлах // Ж: Пчеловодство, № 6. – 1971. – с. 17-18.
4. Я. Косенко Микромир пыльцы // Ж: Пчеловодство, № 4. – 2008. – с. 16-17.
5. А.М. Магеррамлы Х.З, Гасымов. и др. Химический состав, питательная ценность и лекарственные свойства пчелиной пыльцы / Актуальные Вопросы Современной Науки и Образования сборник статей XXVIII Международной научно-практической конференции. – Пенза, – 2023. – с.10-14
6. А. Н. Сладков Введение в спорово-пыльцевой анализ. – М.: Наука, – 1967.
7. https://azexport.az/mehsul/10762
8. http://fizulihuseynov.com/

9. Amirli F.A., Aghamaliyev Z.Z., Abdullayeva I.G., Pashayeva Z.N.&Aghamaliyeva D.B. The role of nutrition in ensuring healthy living. Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2(148), 2024, 629-638. DOI: 10.32010/mpmc2024.085
10. Abbasov V.M., Əmirli F.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Z.V., Quliyeva N.R. Qida kimyası. Dərslik. Bakı: Elm, 2023, 260 s.

THE IMPORTANCE OF POLLEN IN A LIVING ORGANISM

Tamara Abbasova[1], Kamandar Dashdamirov[2], Fatima Namazova[3], Gulnar Shirinova[4]

[1,2,3] Department of Technology,Azerbaijan State Agrarian University
[4]Department of Chemical Technology, Azerbaijan State Oil and Industry University
[1]Doctor of Philosophy, Associate Professor,http://orcid.org/0000-0003-3455-0652,abbasov2020@mail.ru
[2]Doctor of Philosophy, Associate Professor,kamandar.dashdamirov@mail.ru
[3]3rd year student, pharmacist,http://orcid.org/0009-0000-0248-4561,fatya6636@gmail.com
[4]PhD in biological sciences, http://orcid.org/0009-0008-5128-605X, shirinligulnar@gmail.com

SUMMARY

As a result of the intensification of natural processes polluting nature, abnormal climate changes, various human interventions in nature, reduction of ecologically clean food products, pollution of the environment with various mutagenic, carcinogenic and radioactive substances, a stressful situation arises, normal metabolic processes in the body are disrupted, cells and tissues are damaged, the immune system is weakened. This leads to the rapid development of many diseases, especially cardiovascular, nervous, digestive system, cancer, diabetes, hepatitis, Parkinson's disease, Alzheimer's and others. Medical research has shown that the most effective means of preventing and treating these diseases are biologically active substances with antioxidant and antimutagenic properties. There is a strong belief among researchers that plant polyphenols - flavonols, anthocyanins and catechins - have exactly this property and are extremely important for protecting human health.Flavonoids that are particularly abundant in foods include hesperetin, which is predominantly found in citrus fruits. In red fruits and berries, cyanidin is prevalent, while in soybeans, daidzein is dominant. Apples and grapes contain proanthocyanidins, and in plants like onions and tea, quercetin is the main flavonoid.Plant-based polyphenols play a significant role in the ecology of plants. Sources of polyphenols include various fruits and vegetables, tea samples like black and green tea, chocolate, and plant-based oils such as olive oil. A variety of nut products, including seaweed, can also be considered potential sources of polyphenols. Therefore, identifying sources of raw materials rich in polyphenolic compounds and obtaining biologically active food supplements and drugs from them is extremely relevant in the modern era. The article discusses pollen (flower pollen collected by bees), which is known as one of the invaluable biologically active products of plant origin, rich in polyphenolic compounds. Pollen itself is an environmentally friendly product obtained by enriching male pollen of insect-pollinated plants with honey bee enzymes.

Key words: *pollen, flower pollen, enzyme, polyphenol, antioxidant*

ЗНАЧЕНИЕ ПЫЛЬЦЫ В ЖИВОМ ОРГАНИЗМЕ

Тамара Аббасова[1], Камандар Дашдамиров[2], Фатима Намазова[3], Гульнар Ширинова[4]

[1,2,3]Азербайджанский Государственный Аграрный Университет,Технологический факультет
[4]Отдел Химические технологии, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности

[1]Кандидат биологических наук, доцент,http://orcid.org/0000-0003-3455-0652,abbasov2020@mail.ru
[2]Кандидат биологических наук, доцент,kamandar.dashdamirov@mail.ru
[3]студент 3 курс, фармацевт,http://orcid.org/0009-0000-0248-4561,fatya6636@gmail.com
[4] Кандидат биологических наук, http://orcid.org/0009-0008-5128-605X, shirinligulnar@gmail.com

РЕЗЮМЕ

В результате усиления естественных процессов, загрязняющих природу, аномальных изменений климата, различных вмешательств человека в природу, сокращения экологически чистых продуктов питания, загрязнения окружающей среды различными мутагенными, канцерогенными и радиоактивными веществами возникает стрессовая ситуация, нарушаются нормальные обменные процессы в организме, повреждаются клетки и ткани, ослабевает иммунная система. Это приводит к быстрому развитию многих заболеваний, особенно сердечно-сосудистых, нервных, пищеварительной системы, рака, диабета, гепатита, болезней Паркинсона, Альцгеймера и других. Медицинские исследования показали, что наиболее эффективными средствами профилактики и лечения этих заболеваний являются биологически активные вещества, обладающие антиоксидантными и антимутагенными свойствами. Среди исследователей существует твердое убеждение, что растительные полифенолы — флавонолы, антоцианы и катехины — обладают именно этим свойством и чрезвычайно важны для защиты здоровья человека. Примером флавоноидов, которые особенно распространены в продуктах питания, является гесперидин, который преобладает в цитрусовых фруктах. В красных фруктах и ягодах доминирует цианидин, в соевых бобах — даидзеин, в яблоках и винограде — протоцианидины, а в таких растениях, как лук и чай, преимущественно содержится кверцетин.Растительные полифенолы играют важную роль в экологии растений. Источниками полифенолов являются различные фрукты и овощи, такие как черный и зеленый чай, шоколад, а также растительные масла, например, оливковое масло. Также некоторый ореховый продукция, в том числе водоросли, может быть признана потенциальными источниками полифенолов.

Поэтому выявление источников сырья, богатого полифенольными соединениями, и получение из них биологически активных добавок к пище и лекарственных препаратов является чрезвычайно актуальным в современную эпоху.

В статье рассматривается цветочная пыльца (цветочная пыльца, собираемая пчелами), которая известна как один из бесценных биологически активных продуктов растительного происхождения, богатый полифенольными соединениями. Сама пыльца — это экологически чистый продукт, получаемый путем обогащения мужской пыльцы растений, опыляемых насекомыми, ферментами медоносных пчел.

Ключевые слова: *пыльца, цветочная пыльца, фермент, полифенол, антиоксидант*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1447

ŞƏRQI ZƏNGƏZUR IQTISADI RAYONUNUN TRANSSƏRHƏD ÇAYLARININ EKOLOJI VƏ BIOLOJI VƏZIYYƏTININ TƏDQIQI (BƏRGÜŞAD ÇAY VƏ AĞAÇAY NÜMUNƏSINDƏ)

Süsən Abdullayeva[1], Gülnar Şirinova[2]

[1]Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin Mikrobiologiya İnstitutu, Su Mikrobiologiyası Laboratoriyası
[2]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti "Kimya texnologiya fakültəsi"

[1]Kiçik elmi işçi, https://orcid.org/0009-0002-2623-8925,susanabdullayeva92@gmail.com
[2]Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, http://orcid.org/0009-0008-5128-605X, shirinligulnar@gmail.com

XÜLASƏ

Məlumdur ki, dövrümüzün qlobal problemlərindən biri də şirin su çatışmazlığı və su hövzələrinin çirklənməsidir. Beynəlxalq təşkilatların hesabatlarına əsasən, qlobal şirin su çatışmazlığı problemi dünyanın bir sıra ölkələri üçün siyasi və sosial-iqtisadi təzyiq vasitəsinə çevriləcəkdir. Əhali sayının artması, sənayenin və kənd təsərrüfatının inkişafı ilə şirin suya olan ehtiyacın kəskin şəkildə çoxalması dünyanın bir çox bölgəsində su çatışmazlığı ilə nəticələnə bilər. Belə ki, Birləşmiş Millətlər Təşkilatının (BMT) son hesabatlarında su problemi qlobal miqyasda ciddi narahatlıq doğurduğunu və suya olan tələbat 2000-ci ildən 2050-ci ilə qədər 55 % artacağı qeyd edilir. 2024-cü ildə yayımlanan Dünya Su İnkişafı Hesabatında qeyd edilir ki, hazırda dünya əhalisinin 2,2 milyardı təhlükəsiz idarə olunan içməli sudan məhrumdur. Su çatışmazlığı problemi ölkəmizdən də mövcuddur, Azərbaycan da azsulu ölkələr sırasındadır. Respublikamızın su ehtiyatlarının 70 faizi ölkəmizdən kənarda yerləşir. Azərbaycanda tranzit çaylarının ən böyük problemi çay sularının həddindən artıq çirklənməsidir. Ölkəmizə daxil olan tranzit çaylardan Kür və Araz çayının sularının keyfiyyəti də əsasən Ermənistan və Gürcüstan ərazisində formalaşır. Araz çayı mənbəyini Türkiyə ərazisindən götürür İran, Ermənistan ərazilərindən keçərək Azərbaycanın Sabirabad şəhəri yaxınlığında Suqovuşan adlanan ərazidə Kur çayı ilə birləşərək, Xəzər dənizinə tökülür [1]. Bu vəziyyət, tranzit çaylarının keyfiyyətinə və ekoloji balansın qorunmasına ciddi təsir edir. Çünki çayların çirklənməsi, ölkənin su ehtiyatlarına, ətraf mühitə və ictimai sağlamlığa mənfi təsir göstərə bilər. Belə şəraitdə, beynəlxalq əməkdaşlıq və regional ekoloji nəzarət mexanizmlərinin gücləndirilməsi, həmçinin su hövzələrinin qorunması və təmizlənməsi istiqamətində tədbirlərin görülməsi vacibdir.

Təqdim olunan məqalədə, Şərqi Zəngəzur iqtisadi rayonunda yerləşən iki transsərhəd çayın, Bərgüşad çay və Bərgüşad çayın qolu olan Ağaçayda aparılan mikrobioloji tədqiqatların nəticələri verilmişdir. Hər iki transsərhəd çayda müxtəlif təhlillər aparılmış və müəyyən olmuşdur ki, bu çaylar Azərbaycan ərazisinə müxtəlif çirkləndiricilərlə çirklənmiş vəziyyətdə daxil olur.

Hər iki çayda ilkin olaraq suyun fizki- kimyəvi xassələrindən temperaturu, şəffaflığı, pH-ı, həll olmuş oksigeni ölçülmüş (temperatur və suyun ph- i HM Digital ph Meter Ph-200 lə),biogen elementlərin və ağır metallar (dəmir (Fe), molibden (Mo), mis (Cu), Aluminium (Al)) və s isə Palintest- Photometr 7100 cihazı ilə təyin edilmisdir. Həmçinin su və qrunt nümunələrindən saprotrof, netf və fenolmənimsəyən, azot dövranında iştirak edən bakteriyalar, patogen bakteriyalardan isə Esherichia coli, Salmonella, Shigella öyənilmişdir.

Açar sözlər: Bərgüşad çayı, Ağaçay**,**saprotrof bakteriyalar, neft-fenol parçalayıcı bakteriyalar, fiziki və kimyəvi göstəricilər.

GİRİŞ

Su hövzələrinin, xüsusən axarlı çay sularının çirklənməsi və ümumiyyətlə, su ehtiyatlarının qorunması strateji bir məsələ olub bütün dünya ölkələri üçün prioritet sayılır. Hal-hazırda dünya iqtisadiyyatının şaxələnməsi və sürətli inkişafı nəticəsində antropogen amillərin ətraf mühitə təsirinin artması tendensiyası müşahidə olunmaqdadır. Məlumdur ki,qonşu ölkələri bir-biri ilə əlaqələndirən təbii vasitələrdən biridə irili-xırdalı çaylardır və onlar başqa sözlə transsərhəd çaylar adlandırılır. Bir ölkədən digər ölkəyə axan transsərhəd çaylar keçdiyi ərazidə mütəmadi olaraq müxtəlif tullantılarla çirklənməyə məruz qalmaqdadır. Aparılan monitorinqlər transsərhəd çayların hansı ölkədə daha çox çirklənməyə məruz qaldığını bir daha sübut edir. Habelə, çirklənməyə məruz qalan çaylarda ekoloji, mikrobioloji, hidrokimyəvi və sanitar vəziyyətin kəskin şəkildə dəyişildiyi aydın olur [2, 9]. Odur ki,həmişə çirklənməyə məruz qalan transsərhəd çayların su ehtiyyatlarının qorunması və təmizliyi uğrunda qonşu dövlətlər arasında haqlı narazılıqlar, hətta münaqişələr belə baş verir. Qeyd edək ki, transsərhəd çayların su ehtiyyatlarının qorunması haqqında Stockholm-Helsinki beynəlxalq konvensiyasına dünya ölkələrinin əksəriyyəti, o cümlədən Qafqaz regionunda yerləşən dövlətlərdə qoşulmuşdur. Lakin Ermənistan dövlətinin bu konvensiyaya qoşulmaması problemin həllini çətinləşdirir. Bizim əlimizdə Ermənistana təsir edəcək heç bir beynəlxalq göstərici yoxdur. Ona görə də bu ölkədən gələn transsərhəd çay sularının bioloji təhlükəsizliyinə daima nəzarət olunmalı və yeni bioloji təhlükəsizlik prinsipləri işlənib hazırlanmalıdır. Təqdim olunan işdə transsərhəd çaylardan Bərgüşad çay və Bərgüşad çayın qolu olan Ağaçayın fiziki-kimyəvi və mikrobioloji nəticələri verilmişdir.

Material və metodlar

Tədqiqat aparmaq və nümunələr götürmək məqsədi ilə Şərqi Zəngəzur iqtisadi ərazisində yerləşən transsərhəd çaylardan Bərgüşad (39.1755 N, 46.75123 E) və Ağaçay seçilmişdir. Tədqiqat aparılan çaylarda mikrobioloji vəziyyəti öyrənmək məqsədilə monitorinqlər aparılmış su və lil nümunələri götürülmüş, mikroorqanizmlərin kəmiyyət və keyfiyyət dəyişikliyi, biotik, abiotik amillər, saprotrof bakteriyalar, neft-fenolmənimsəyən bakteriyalar, azot dövranında iştirak edən bakteriyalar öyrənilmişdir. Bərgüşad çayı, həmçinin Bazarçay Ermənistan ərazisində Vorotan adlanır, Qafqaz regionunda yerləşən və Ermənistan ilə Azərbaycanın Qubadlı rayonundan keçən çaydır. Uzunluğu 178 km, hövzəsinin sahəsi isə 2711 km²-dir. Çay Zəngəzur silsiləsinin şimal yamacında, 3040 metr yüksəklikdə yerləşən Zalxa gölündən başlayır və Həkəri çayına qovuşur.

Bərgüşad çayının əsas qolları Dəli çay, Şəki çayı, Sisyançay, Taxtakörpü çayı, Daşlı dərə çayı, Bəxtiyarlı çayı və Ağa çayıdır. Çay Qaralar kəndi yaxınlığında Həkəri çayı ilə birləşərək Araz çayına tökülür.

İllik axımının 55%-i yeraltı sular, 35%-i qar suları və 10%-i yağış sularından ibarətdir. Yaz-yay aylarında qar sularının əriməsi nəticəsində çayda daşqınlar müşahidə olunur. Orta illik su sərfi 19,0 m³/san-dir.

Bərgüşad çayı suvarma məqsədləri üçün istifadə edilir və regionun su ehtiyatları baxımından strateji əhəmiyyətə malikdir. İşğaldan azad olunmuş ərazilərdə, o cümlədən Qubadlı rayonunda, bu çayın su ehtiyatları kənd təsərrüfatı və əhalinin su təminatı üçün mühüm rol oynayır.

Bərgüşad çayının yerləşdiyi ərazilərdə təbii gözəlliklər və biomüxtəliflik mövcuddur ki, bu da ekoturizm və ətraf mühitin qorunması baxımından əhəmiyyətlidir.

Suyun fiziki və kimyəvi xassələrinin öyrənilməsi standart metodlara uyğun olaraq aparılmışdır. Təyin olunmuş stansiyalarda ilkin olaraq suyun temperaturu, şəffaflığı, pH-ı, həll olmuş oksigeni ölçülmüş, biogen elementlərin və ağır metalların, mikrobioloji *E. coli*. təyin etmək üçün Endo, Salmonella və Shigellanı isə SS qidalı mühitində əkmələr aparılmış və 24 saatdan sonra kaloniyalar sayılmışdır. Saprotrof bakteriyalar ətli peptonlu aqar mühitində Kox üsuluna əsasən dərin əkməklə becərilmişdir. Cücərən bakteriya kaloniyaları əkiləndən 3-5 sutka sonra hesablanmışdır. Üstünlük təşkil edən kaloniyalardan yaxmalar hazırlanmış, mikroskopda müşahidə edilərək, ştamın morfoloji əlamətləri öyrənilmişdir. Neft-fenol mənimsəyən mikroorqanizmləri təyin etmək üçün elektiv mühitlərdə əkilmiş və O.Q. Mironov üsulu ilə onların miqdarı hesablanmışdır. Azot dövranı tsiklində iştirak edən bakteriyalardan aerob azot fiksə edən bakteriyalar Eşbi, anaerob azot fiksə edən bakteriyalar (*Clostridium pasteurianum*) qatı Vinoqradski, denitratlaşdırıcı bakteriyalar Giltay qidalı mühitində əkməklə becərilmişdir. İnkişaf edən bakteriya kaloniyaları metodikaya əsasən müəyyən vaxtdan sonra hesablanmışdır. Mikromisetlər üçün isə Sabouraud dextrose aqar qidalı mühitindən istifadə edilmişdir. Tədqiqatlar Uzunlamasına və kəsişmə yanaşmasına əsasən aparılır [3,4,5].

Tədqiq olunan çay sularından götürülmüş nümunələrin fiziki-kimyəvi göstəricilər

Göstəricilər	Bərgüşad çay Diləli Müskanlı	Bərgüşad çay Saray	Ağaçay Bərgüşadın qolu
pH	7.6	8.2	7.9
Temperatur	16.4	10.6	13.6
Həll olmuş oksigen	8.5	11	10
Destruksiya	0,7	1,7	0,9
İlkin məhsul	0,525	1,275	0,675
Nitrit	0,01	0.03	0.03
NO_2 mq/L Sərbəst N mq/L	0,004	0.009	0.009
Nitrat	1.16	3.10	9.6
NO_3 mq/L Sərbəst N mq/L	0.270	0.695	2.1
NH_4 mq/L	0.07	0.08	0.03
Sərbəst	0.04	0.05	0.02
N mq/L NH_3 mq/L	0.48	0.06	0.024
Fosfat PO_4 mq/L	1.45	0.99	0.21
Fosfor P mq/L	0.36	0.30	0.06
P_2O_5	1.0875	0.7425	0.1575
Fenol mq/L	0.08	0.03	0.21
Dəmir mq/L	0.03	0.01	0.00
Mis mq/L	0.10	0.06	0.06
Total Mis	0.44	0.30	0.30
Aluminium mq/L	0.02	0.03	0.00
Molibdat MoO_4 mq/L	0.37	1.65	1.94
Molibden Mo mq/L	0.222	0.99	1.164

Qeyd: YVH; Nitrit-3,3., Nitrat-45,0., Fosfor-0,001., Ammonium (NH_4)-0,5., Fenol-0,001., Mis-1,0., Al-0,5., Fe-0,3., Cu-1., Mo-0,05
Alınan nəticələrdən məlum olur ki, Molibden YVH daha yüksəkdir.

Tədqiq olunan çay sularından götürülmuş su və qrunt nümünələrinin mikrobioloji nəticələri:

Göstəricilər	Bərgüşad çay Diləli Müskanlı		Bərgüşad çay Saray		Ağaçay Bərgüşadın qolu	
	su	qrunt	su	qrunt	su	qrunt
Saprotrof	1000	45000	3100	12000	1800	144000
Azotobacter	1900	2500	300	700	2400	3600
Cl. Pasterianum	10^1	10^2	10^1	10^2	10^2	10^3
Denitratlaşdırıcı	10^3	10^4	10^4	10^4	10^3	10^4
Neft mənimsəyən	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1	10^1
Fenol mənimsəyən	10^1	10^2	10^2	10^3	10^2	10^3
E.coli	-	-	+	+	++	+++
SS (salmonella shigella)	-	+	-	-	-	+

Nəticə

Saprotrof bakteriyaların miqdarına əsasən su hövzəsinə göstərilən antropogen təsiri, çirklənmə və saprobluq dərəcəsini müəyyən etmək olar. Cədvəldən də göründüyü kimi çaylarda saprotrof bakteriyaların miqdarı ekoloji baxımdan çox çirkli sular təsnifatına uyğundur. (YVH- 1 ml təmiz suda saprotrof bakteriyaların miqdarı mak.100 dənə, 1 ml az təmiz suda saprotrof bakteriyaların miqdarı 100-1000, 1ml çirkli suda saprotof bakteriyaların miqdarı 1000 dən çox). Çaylarda azot dövranında iştirak edən aerob və anaerob bakteriyalar yüksək qatılıqdadır. Bundan başqa atmosferdəki azotu mənimsəyən tənəfüsünə görə anaerob, qidalanmağına görə heterotrof sayılan *Cl.pasterianum* bakteriyalarına da demək olar bütün məntəqələrdə rast gəlinmişdir. Neft və fenol mənimsəyən bakteriyalarda bütün stansiyalarda rast gəlinmişdir. *E.coli, Salmonella* və *Shigella*azda olsa bəzi stansiyalarda rast gəlinmişdir[6,7].

Ədəbiyyat

1. https://az.m.wikipedia.org/wiki/Araz
2. https://az.m.wikipedia.org/wiki/Bazar%C3%A7ay
3. Əliyev S.N. Əmirova R.Ə., Feyzullayeva Ş. Ə və Həsənova G.M (2009) Göyçay sularının və lil qatının mikrobioloji tədqiqi. Azerb.MEA Mikrobiologiya İn-nun elmi əsərləri,49-52.
4. Hüseynov.A.T (2018) Aşağı Kürdə suyun fiziki-kimyəvi xassələrinin dəyişməsi . Azerb.MEA Mikrobiologiya İn-nun elmi əsərləri, 54-58
5. Hüseynov.A.T., Həsənova G.M., Cəmilli.Ə.K.,Qasımzadə.E.E və Abdullayeva.S.Ə (2023) Araz çayının Azərbaycan ərazisindəki suyunun mikrobioloji göstəricilərə görə qiymətləndirilməsi.
6. Bdu Biologiyanın aktual problemləri davamlı inkişaf kontekstində Respublika elmi konfransı,604-609.
7. Hüseynov.A.T (2021) Oxçuçayın ekoloji terroru. AMEA Qarabağın biomüxtəlifliyi,torpaq və su ehtiyatları: keçmişi ,bugünü və gələcəyi,142.
8. Abbasov V.M., Əmirli F.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Z.V., Quliyeva N.R. Qida kimyası. Dərslik.

Bakı: Elm, 2023, 260 s.
9. Abbasov V.M., Qurbanov S.H., Əskərov V.E., Yusibov Y.Ə., Hacıyeva S.R., Əzizov R.E., Qasımov E.E., Əmirli F.Ə., Məmmədxanova S.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Ü.V., Məmmədli E.M. Qlobal ekoloji problemlər: səbəblər, həlli yolları, "yaşıl" enerji. Bakı: "Elm", 2024, - 606 s.

STUDY OF THE ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL STATUS OF TRANSBORDER RIVERS OF THE EASTERN ZANGAZUR ECONOMIC REGION (ON THE EXAMPLE OF THE BARGUSHAD RIVER AND AGACHAY)

Abdullayeva Susan[1], Gulnar Shirinova[2]
[1]Ministry of Science and Education Institute of Microbiology, Water microbiology laboratory
[2]Department of Chemical Technology, Azerbaijan State Oil and Industry University
[1]Junior researcher,https://orcid.org/0009-0002-2623-8925, susanabdullayeva92@gmail.com
[2] PhD in biological sciences, http://orcid.org/0009-0008-5128-605X, shirinligulnar@gmail.com

ABSTRACT

It is known that one of the global problems of our time is the shortage of fresh water and pollution of water bodies. According to reports of international organizations, the problem of global shortage of fresh water will become a means of political and socio-economic pressure for a number of countries of the world. The sharp increase in the need for fresh water with the increase in population, the development of industry and agriculture is accompanied by water shortages in many regions of the world. Thus, the latest reports of the United Nations (UN) indicate that the water problem is a serious concern on a global scale and that the demand for water will increase by 55% from 2000 to 2050. The World Water Development Report published in 2024 states that currently 2.2 billion of the world's population lacks safely managed drinking water. The problem of water shortage has not bypassed our country, and Azerbaijan is also among the water-scarce countries. 70 percent of the water resources of our republic are formed outside our country. The biggest problem of transit rivers in Azerbaijan is excessive pollution of river waters. The quality of the water of the Kura and Araz rivers, among the transit rivers entering our country, is also mainly formed in the territory of Armenia and Georgia. The Araz River originates from the territory of Turkey, Iran, Armenia, and flows into the Caspian Sea, merging with the Kura River in an area called Sugovushan near the city of Sabirabad in Azerbaijan[1]. This situation seriously affects the quality of transit rivers and the preservation of the ecological balance, since the pollution of rivers can have a negative impact on the country's water resources, the environment and public health. In such conditions, it is important to strengthen international cooperation and regional environmental control mechanisms, as well as take measures to protect and clean water basins.

The presented article presents the results of microbiological studies conducted on two transboundary rivers located in the East Zangezur economic region, the Bargushad River and the Bargushad River tributary (Agachay). Various analyzes were conducted on the water in both transboundary rivers and it was determined that these rivers enter the territory of Azerbaijan polluted with various pollutants.

In both rivers, the physical and chemical properties of the water, including temperature, transparency, pH, and dissolved oxygen, were initially measured (temperature and pH of the

water were measured with HM Digital pH Meter Ph-200), and the content of biogenic elements and heavy metals (iron (Fe), molybdenum (Mo), copper (Cu), Aluminum (Al)), etc. were determined with the Palintest-Photometer 7100 device. Also, saprotrophic, nitrogen- and phenol-absorbing bacteria, participating in the nitrogen cycle, and pathogenic bacteria, Esherichia coli, Salmonella, and Shigella, were studied from water and soil samples

Keywords: *Bargushad river, Agachay, saprotrophic bacteria, oil-phenol degrading bacteria, physical and chemical indicators.*

ИЗУЧЕНИЕ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК ВОСТОЧНО-ЗАНГАЗУРСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ БАРГУШАД И АГАЧАЙ)

Абдуллаева Сусан[1], Гульнар Ширинова[2]

[1]Министерство науки и образования Институт микробиологии, Лаборатория микробиологии воды
[2]Отдел Химические технологии, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
[1]Младший научный сотрудник,https://orcid.org/0009-0002-2623-8925,susanabdullayeva92@gmail.com
[2] Кандидат биологических наук, http://orcid.org/0009-0008-5128-605X, shirinligulnar@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Известно, что одной из глобальных проблем современности является нехватка пресной воды и загрязнение водоемов. По данным отчетов международных организаций, проблема глобальной нехватки пресной воды станет средством политического и социально-экономического давления для ряда стран мира. Резкое увеличение потребности в пресной воде с ростом населения, развитием промышленности и сельского хозяйства сопровождается нехваткой воды во многих регионах мира. Так, последние отчеты Организации Объединенных Наций (ООН) свидетельствуют о том, что водная проблема является серьезной проблемой в мировом масштабе и что спрос на воду увеличится на 55% с 2000 по 2050 год. В опубликованном в 2024 году Всемирном докладе о развитии водных ресурсов говорится, что в настоящее время 2,2 млрд. человек населения планеты испытывают нехватку безопасно управляемой питьевой воды. Проблема нехватки воды не обошла стороной и нашу страну, и Азербайджан также входит в число стран с дефицитом воды. 70 процентов водных ресурсов нашей республики формируется за пределами нашей страны. Самой большой проблемой транзитных рек в Азербайджане является чрезмерное загрязнение речных вод. Качество воды рек Кура и Араз, среди транзитных рек, входящих в нашу страну, также в основном формируется на территории Армении и Грузии. Река Араз берет начало на территории Турции, Ирана, Армении и впадает в Каспийское море, сливаясь с рекой Кура в местности под названием Суговушан близ города Сабирабад в Азербайджане [1]. Такая ситуация серьезно влияет на качество транзитных рек и сохранение экологического баланса, поскольку загрязнение рек может оказать негативное влияние на водные ресурсы страны, окружающую среду и здоровье населения. В таких условиях важно укреплять международное сотрудничество и региональные механизмы контроля за окружающей средой, а также принимать меры по охране и очистке водных бассейнов.

В представленной статье представлены результаты микробиологических исследований, проведенных на двух трансграничных реках, расположенных в Восточно-Зангезурском экономическом районе, реке Баргушад и притоке реки Баргушад (Агачай). Были проведены различные анализы воды в обеих трансграничных реках и установлено, что эти реки поступают на территорию Азербайджана загрязненными различными загрязняющими веществами.

В обеих реках первоначально были измерены физические и химические свойства воды, включая температуру, прозрачность, pH и растворенный кислород (температура и pH воды измерялись с помощью цифрового pH-метра HM Ph-200), а содержание биогенных элементов и тяжелых металлов (железо (Fe), молибден (Mo), медь (Cu), алюминий (Al)) и т. д. определялось с помощью прибора Palintest-Photometer 7100. Также в пробах воды и почвы были изучены сапротрофные, азот- и фенолпоглощающие бактерии, участвующие в круговороте азота, а также патогенные бактерии: кишечная палочка, сальмонеллы и шигеллы.

Ключевые слова: *река Баргушад, Агачай, сапротрофные бактерии, бактерии-нефтефенолдеструкторы, физико-химические показатели.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1454

DIABET XƏSTƏLƏRINDƏ DIETOLOGIYANIN ƏSAS PRINSIPLƏRI

Fariz Əmirli[1], Xəyalə Seyidova[2], Zaur Ağamaliyev[3]

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kimya texnologiya fakültəsi, Bakı

[1]professor, http://orcid.org/0000-0002-9095-2982, fariz.emirov@asoiu.edu.az
[2] kimya üzrə fəlsəfə doktoru, http://orcid.org/0009-0006-8451-064x , xeyale.seyidova.h@asoiu.edu.az
[3]professor, http://orcid.org/0000-0003-2866-1401 , zauraghamaliyev@gmail.com

XÜLASƏ

Təqdim olunan məqalədə balanslaşdırılmış pəhriz ilə sağlam dieta saxlamaqla II tip şəkərli diabet xəstələrinin qanında şəkərin miqdarını 25 %-ə qədər aşağı salmağa həsr edilib. Məlumdur ki, diabet xəstələrinin çoxu çəki artıqlığından əziyyət çəkirlər. Arıqlamaq yolu artıq çəkidən azad olmaq, həmçinin qanda şəkərinin səviyyəsini aşağı salmaqla diabetə qalib gəlmək üçün yaxşı bir səbəbdir. Bundan başqa, artıq çəki itirmək bir çox digər patologiya və xəstəliklərin qarışını almağa da kömək edir. Qeyd etmək lazımdır ki, gündəlik qidalanmada insanlara qidanın kimyəvi tərkibini öyrənmək və gün ərzində hər şeyi diqqətlə qeydiyyatını aparmaq lazım deyildir, çünki bu zaman insanlar psixoloji basqı altında olurlar və bu da onların depresiyaya düşməsi ilə nəticələnir. Bu təsirlərdən insanların əziyyət çəkməməsi üçün əsas prinsipləri (səhər mütləq qaydada səhər yeməyi yeyin; balanslaşdırılmış pəhriz; tərəvəzdən başqa hər şeyi az yeyin; yağı azaltmaq; hərəkət; istirahət; nəticələrin izlənməsi) özündə birləşdirən plan təklif etmişik. Həmçinin, sağlam qidalanma ilə bədən çəkisinə uyğun normal çəki azaltmaq məlumatları verilmişdir. Təqdim olunan rejimdə yuxarıda da qeyd olunduğu kimi ilk gündən səhər yeməyi mütləq vacibdir. Dietamızın əsas prinsipi az porsiyalarla tez-tez yemək prinsipinə əsaslanır. Əsas 2 qayda bunlardır: oyandıqdan sonra 2 saatdan gec olmayaraq hər gün səhər yeməyi yeyin; yeməklər arasında fasilə 5 saatdan çox olmamalıdır.

Sağlam səhər yeməyi yemək, gün ərzində aşağı kalorili qidalar yeməyə kömək edəcəkdir. Qəlyanaltı yemək vacibdir, əgər axşam yeməyinə 5 saatdan çox vaxt qalıbsa, günortadan sonra qəlyanaltı yeməlisiniz. Axşam yeməyi saat 19:00-dan gec olmayaq yeyilməlidir.

Sonda isə tərəfimizdən bir gün üçün gündəlik rejim variantı təqdim olunur, həmçinin, 100 kkal yandırmaq üçün tövsiyyə olunan hərəkətlər və 8 həftəlik “fiziki həftə” rejimi təqdim olunur.

Açar sözlər: *diabet xəstəliyi, çəki artıqlığı, balanslaşdırılmış pəhriz, sağlam dieta, aktiv fiziki həyat tərzi*

GİRİŞ

Şəkərli diabet xəstəliyi qədim dövrlərdən bəri məlumdur. Belə ki, Qədim Misirin, Yunanıstan, Roma, orta əsrlər Avropası və şərq ölkələrinin həkimləri onunla tanış idilər. “Şəkərli diabet” adı və bu xəstəliyin ilk klinik təsviri eramızın II əsrində yaşamış Roma həkimi Areteyə məxsusdur. O zamanlar xəstəliyi onun xarici göstəricilərinə - ümumi zəiflik, iştahsızlıq, susuzluq, tez-tez sidiyə getmə (poliuriya) və s. görə diaqnoz qoyulurdu. Lakin, o zamanlar şəkərli diabetin müalicəsi bu xəstəliyin şiddətindən və xəstənin yaşından asılı idi. Belə ki, erkən yaşlarda olan 1-ci

tip şəkərli diabet, yəni insulindən asılı diabet (IAD) xəstə komadan tez ölürdü. Əgər xəstəlik 40-45 yaş və daha yuxarı yaşlı yetkinlərdə inkişaf edirdisə və müasir təsnifatımıza görə 2-ci tip şəkərli diabet (insulindən asılı olmayan – İAO) xəstə olurdusa, o zaman belə bir xəstə pəhriz, idman və bitki mənşəli dərmanların köməyi ilə müalicə olunurdu və ya daha dəqiq desək həyatda qala bilirdi.

Material və metodlar

Bizim təqdim etdiyimiz məqalədə, II tip şəkərli diabet xəstələri üçün dieta saxlamaqla qanda olan şəkərin miqdarını 25 %-ə qədər azaltmağa həsr olunub.

Bildiyimiz kimi diabet insanların çoxu çəki artıqlığından əziyyət çəkirlər. Qanda şəkərinin səviyyəsini aşağı salmaqla diabetə qalib gəlmək arıqlamaq üçün kifayət qədər yaxşı bir səbəbdir. Bundan əlavə, artıq çəki itirmək bir çox digər patologiya və xəstəliklərin (məsələn: hipertoniya, insult, ürəyin işemik xəstəlikləri, artrit, süd vəzi, 12 barmaq bağırsaq, böyrəyin xərcəngi və s.) qarışını almağa kömək edəcək.

Əlbətdə, qanda şəkər səviyyəsini norma həddində saxlamaq asan məsələ deyil. Təbii ki, bir çox insanlar şəkər səviyyəsini tənzimləmək üçün "şəkər azaldan" dərmanlardan istifadə edirlər. Bununla belə, dərman istifadə etmədən ilk növbədə düzgün qidalanma diabetin qarşısını ala və ya onun inkişafını ləngidə bilər. Buna nail olmaq üçün insanlara yeyilən karbohidratların (qanda şəkərin əsas mənbəyi) miqdarının hesablanması, ona uyğun cədvəl tutmaq, gündəlik rasiyonun hesabatını aparmaq və onların qlisemik indeksinə uyğun menyunun yaradılması ilə bağlı sözün əsl mənasında yüzlərlə müxtəlif pəhriz yanaşması təklif olunur. Bizim fikrimizcə, qidanın kimyəvi tərkibini öyrənmək və gün ərzində hər şeyi diqqətlə qeyd etmək lazım deyil. Belə insanlar psixoloji basqı altında olurlar, son nəticədə bu onların depresiyaya düşməsi ilə nəticələnir.

Bizim təqdim etdiyimiz planın əsas prinsipləri aşağıdakılardır.

1) ***Səhər mütləq qaydada səhər yeməyi yeyin.*** Gün ərzində isə ən azı 5 saatdan bir yemək və ya ən azı qəlyanaltı yemək lazımdır.
2) ***Balanslaşdırılmış pəhriz.*** Hər yeməkdə həm protein, həm də karbohidratlar, həmçinin ən azı bir meyvə və ya tərəvəz olmalıdır.
3) ***Tərəvəzdən başqa hər şeyi az yeyin.*** Arıqlamaq üçün porsiyaları azaltmaq lazımdır, lakin bu yeməkdən imtina etmək demək deyil. İstənilən tərəvəzdən istədiyiniz qədər yeyə bilərsiniz.
4) ***Yağı azaltmaq.*** Daha az yağlı yeyin. Ümumi yağ qəbulunu azaldın və sağlam olmayan yağları sağlam olanlarla əvəz edin.
5) ***Hərəkət.*** Daha çox hərəkət edin. Gəzinti ilə fiziki fəaliyyətinizi artırmağa başlayın. Əvvəlcə gündə 10 dəqiqə kifayətdir.
6) ***İstirahət.*** İstirahət etməyi öyrənin. Stress təkcə qırışları deyil, həm də qanda şəkəri artırır. Sadə məşqlərlə əsəb gərginliyindən qurtulmağı öyrənin.
7) ***Nəticələrin izlənməsi.*** Nəticələri izləyin, seçilmiş yolun düzgün olduğuna əmin olmaqla arıqlamağınıza töhfə verirsiniz və ya irəliləyiş yavaşlarsa və ya dəyişirsə, vaxtında tədbirlər görürsünüz.

Nəticələr və onların müzakirəsi

Hər bir sağlam dietaya başlamadan öncə insan qarşısına məqsəd qoyur ki, mən necə kq arıqlamaq istəyirəm. Bu sağlam qidalanma ilə birdən birə çox çəki atmağı qarşıya məqsəd qoymaq düzgün deyil. Cədvəl 1-də çəkiyə uyğun normal çəki azaltmaq məlumatları verilmişdir.

Cədvəl 1. Çəkiyə uyğun normal çəki azaltmaq prinsipi

Bədənin ilkin çəkisi, kq	*Bədənin məqsədli çəkisi, kq*	*Azaldılacaq çəki, kq*
75	67,5	7,5
80	72	8
85	76,5	8,5
90	81	9
95	85,5	9,5
100	90	10
110	99	11
120	108	12
130	117	13
140	126	14

Dietaya başlamadan öncə qanda şəkərin miqdarını təyin etmək lazımdır. Eyni zamanda qanda plazma səviyyəsində qlükozanın miqdarını təyin etmək mütləqdir. Bunun üçün ən azı ildə iki dəfə HbA1C analizi vermək lazımdır. Bu göstərici ilə 2-3 ay ərzində qanınızda olan şəkərin orta miqdarı haqqında məlumat almaq olar.

Bizim verdiyimiz plana uyğun olaraq, vaxtaşırı qanda şəkərin miqdarını test zolaqları və ya qlükozaölçənlə ölçmək və qeydiyyat aparmaq lazımdır. Bu, yalnız uğurun qiymətləndirilməsi üçün deyil, həm də onların potensial yan təsirlərinin və hipoqlikemiyanın qarşısının alınması üçün vacibdir. Fiziki fəaliyyətinizi artıran zaman, şəkər səviyyəniz mütləq azalacaq. Bu, hətta çox az ola bilər, xüsusən də uzun müddət yeməmisinizsə və ya yenicə məşq etmisinizsə. Əgər qlikomeniya varsa, təcili olaraq həkimə müraciət edin, dərman qəbulunu dayandırmağa və ya heç olmasa dozanı azaltmaq lazımdır.

Bizim təqdim etdiyimiz rejimdə ilk gündən yuxarıda da qeyd etdiyimiz kimi səhər yeməyi mütləqdir. Dietamızın əsas prinsipi az porsiyalarla tez-tez yemək prinsipinə əsaslanır. Diabet zamanı əgər siz az hallarda yemək yeyəndə bədəninizi "amerikan qorkası"ndakı kimi olur. Qanda qlükozanın səviyyəsi ya sürətlə aşağı düşür, ya da kəskin yüksəlir. Nə qədər tez-tez yeyirsinizsə, bu minimumlar və maksimumlar bir-birinə bir o qədər yaxın olacaq, aralarındakı fərqlər bir o qədər kiçik olacaq, yəni sağlamlığınız bir o qədər yaxşı olacaq. İlk vacib olan iki qayda:

1) Oyandıqdan sonra 2 saatdan gec olmayaraq hər gün səhər yeməyi yeyin;
2) Yeməklər arasında fasilə 5 saatdan çox olmamalıdır.

Sağlam səhər yeməyi yemək, xüsusilə kəpəkli məhsullardan ibarət səhər yeməyi gün ərzində aşağı kalorili qidalar yeməyə davam etməyə kömək edəcəkdir. Məlum olub ki, səhər yeməyi yağlı və şirin qidalara olan həvəsi azaldır. Əgər səhər evdən ac çıxmağa məcbur olursunuzsa, onda yolüstü yeməklə də balanslaşdırılmış dietaya əməl edə bilərsiniz. Özünüzlə dietik kokteyllər götürə bilərsiniz. Aşağıdakı cədvəl 2-də ayaqüstü balanslaşdırılmış zülal, karbohidrat və meyvələrdən ibarət dieta variantları verilmişdir.

Cədvəl 2. Ayaqüstü balanslaşdırılmış zülal, karbohidrat və meyvələrdən ibarət dieta variantları

Zülal	Karbohdirat	Meyvə
1 ədəd bütöv yumurta	1 kiçik mayasız kəpək çörəyi	1 ədəd orta banan
30 qr sacaqlı pendir	1 simit	1 ədəd orta alma
500 ml yağsız süd	1 buğda batonu	20 qr toxumsuz üzüm
30 qr araxis	1 paket buğda kokteyli	1 qutu sok

Səhər evdən çıxmazdan əvvəl yenidən nə vaxt yeyə biləcəyinizi ehtimal edin. Nahar fasiləsi nadir hallarda saat 13.00-dan əvvəl olur. Əgər səhər yeməyinizi saat 7.00-da etmisinizsə, onda fasilə 5 saatdan çox olacaq, bu çox uzundur. Həll yolu, sadəcə olaraq, bu dövrün ortasında bir yerdə yüngül qəlyanaltı etməkdir. Uyğun yemək almaq üçün yeriniz yoxdursa, sağlam olmayan yağlı piroqların üstünə düşməmək üçün onu evdən götürmək daha yaxşıdır.

Qəlyanaltı yemək ona görə vacibdir ki, qida mədədə ən çox təxminən 4 saat həzm olunur, sonra mədə boşalır və bu barədə siqnallar avtomatik işləyən metabolik idarəetmə sisteminə göndərilir. Bədəndə qida olmadığı üçün enerjiyə qənaət rejiminə keçir, maddələr mübadiləsini ləngidir. Nəticədə, artıq piylər düşünmək istədiyi kimi "yandırılmır", əksinə, xilas olur. Nahardan sonra yenidən vaxt hesablayın. Axşam yeməyinə 5 saatdan çox vaxt qalıbsa, günortadan sonra qəlyanaltı yeməlisiniz. Axşam yeməyini saat 7-dən gec olmayaq yeyin.

Aşağıda bir gün üçün gündəlik rejim variantı təqdim olunur:

8:00-da səhər yeməyi: ½ hissə kiçik mayasız kəpək çörəyi, 1 stəkan yağsız süd, 1 ədəd orta banan

9:00-da idman

10:30-da 20 ədəd üzüm dənəsi

13:00-da nahar: xardallı taxıl çörəyində hinduşka döşü, 1 qab tərəvəz şorbası, tərəvəz salatı, 1 stəkan şəkərsiz soyudulmuş çay

14:00-da idman

16:00-da günorta qəlyanaltı: 1 stəkan şəkərsiz az yağlı qatıq

18:30-da şam yeməyi: 120 q bişmiş qırmızı balıq, kalorisiz souslu xırda bişmiş kartof (az miqdarda kərə yağı), buxarda bişmiş brokoli, 2 ədəd buxarda bişmiş yerkökü, 1 stəkan təzə çiyələk və ya moruq 2 xörək qaşığı az yağlı krem ilə.

19:30-da idman

22:00-da tatmazdan əvvəl (istəyə görə): 1 stəkan az yağlı şəkərsiz, yağsız süd.

Hər yeməkdə zülal tərkibli məhsullardan istifadə etmək vacibdir. Belə ki, onlar karbohidratlara nisbətən daha uzun müddət toxluq hissi verirlər, lakin onların kalori miqdarını aşmırlar. Bundan əlavə, zülal tərkibli qidalar karbohidratlı qidalara nisbətən daha yavaş həzm olunur, buna görə də qanda şəkərin səviyyəsini kəskin şəkildə artırmır. İkincisi, pəhrizdə zülalların nisbətinin artırılması, əsas enerji mənbəyi kimi xidmət edən karbohidratların nisbətini avtomatik olaraq azaldır. Yüksək proteinli pəhriz susuzluğa səbəb olduğu üçün tez arıqlaya bilərik. Ancaq normal qidalanmaya qayıtmaq su balansının sürətlə bərpasına səbəb olacaq və itirilmiş çəki geri qayıdacaq.

Meyvə istifadəsinə gəldikdə isə bizim təqdim etdiyimiz prinsipdə demək olar ki, istənilən meyvəni yemək olar. İstisna kartof, qarğıdalı və paxlalı bitkilərdir (fasol, qorox) ki, çünki bunlar karbohidratla zəngin meyvə tərəvəzlərdir. Brokolini bütün tərəvəzlərin şahı hesab etmək olar, çünki tərkibində A, C, kalsium və antioksidanlarla zəngindir. Bundan əlavə biz qida rasionunda şirin bibər, qulançar, gül kələmi, tünd yarpaqlı göylərdən istifadə etməyi məsləhət görürük.

100 kkal yandırmaq üçün tövsiyyə olunan hərəkətlər:

1. 5 dəq avarçəkmə
2. 9 dəq tez yürüş
3. 10 dəq üzgücülük
4. 13 dəq döşəmə silmək
5. 15 dəq rəqs etmək
6. 15 dəq otbiçənlə ot biçmək
7. 17 dəq bağda işləmək

Ən sonda isə biz 8 həftəlik “fiziki həftə” rejimini təqdim etmək istəyirik (cədvəl 3). Əsas prinsip ilkin olaraq yüngül hərəkətlərdən başlayıb, zamanla çətinliyə doğru getmək lazımdır.

Cədvəl 3. 8 həftəlik “fiziki həftə” rejimi

Həftənin günləri	**8 həftəlik rejim**							
	1-ci həftə	**2-ci həftə**	**3-ci həftə**	**4-ci həftə**	**5-ci həftə**	**6-ci həftə**	**7-ci həftə**	**8-ci həftə**
Bazar ertəsi	10 dəq piyada	15 dəq piyada	20 dəq piyada	25 dəq piyada (bədənin yuxarı hissəsi üçün çalışmalar)	30 dəq piyada (bədənin yuxarı hissəsi üçün çalışmalar)	35 dəq piyada (bədənin bütün hissələri üçün çalışmalar)	40 dəq piyada (bədənin bütün hissələri üçün çalışmalar)	45 dəq piyada (bədənin bütün hissələri üçün çalışmalar)
Çərşənbə axşamı	10 dəq piyada	15 dəq piyada	20 dəq piyada	25 dəq piyada	30 dəq piyada	35 dəq piyada	40 dəq piyada	45 dəq piyada
Çərşənbə	qiymətləndirmə günü 5 və ya 15 dəqiqə piyada	qiymətləndirmə günü 10 və ya 20 dəqiqə piyada	qiymətləndirmə günü 15 və ya 25 dəqiqə piyada	qiymətləndirmə günü 20 və ya 30 dəqiqə piyada	qiymətləndirmə günü 25 və ya 35 dəqiqə piyada	qiymətləndirmə günü 30 və ya 40 dəqiqə piyada	qiymətləndirmə günü 35 və ya 45 dəqiqə piyada	qiymətləndirmə günü 40 və ya 50 dəqiqə piyada
Cümə axşamı	10 dəq piyada	15 dəq piyada	20 dəq piyada	25 dəq piyada (bədənin aşağı hissəsi üçün çalışmalar)	30 dəq piyada (bədənin aşağı hissəsi üçün çalışmalar)	35 dəq piyada (bədənin bütün hissələri üçün çalışmalar)	40 dəq piyada (bədənin bütün hissələri üçün çalışmalar)	45 dəq piyada (bədənin bütün hissələri üçün çalışmalar)
Cümə	tam fəaliyyət azadlığı və ya variantlar arasında seçim etmək hüququ	tam fəaliyyət azadlığı və ya variantlar arasında seçim etmək hüququ	tam fəaliyyət azadlığı və ya variantlar arasında seçim etmək hüququ	tam fəaliyyət azadlığı və ya variantlar arasında seçim etmək hüququ	tam fəaliyyət azadlığı və ya variantlar arasında seçim etmək hüququ	tam fəaliyyət azadlığı və ya variantlar arasında seçim etmək hüququ	tam fəaliyyət azadlığı və ya variantlar arasında seçim etmək hüququ	tam fəaliyyət azadlığı və ya variantlar arasında seçim etmək hüququ
Şənbə	10 dəq piyada	15 dəq piyada	20 dəq piyada	25 dəq piyada (bədənin orta hissəsi üçün çalışmalar)	30 dəq piyada (bədənin orta hissəsi üçün çalışmalar)	35 dəq piyada (bədənin bütün hissələri üçün çalışmalar)	40 dəq piyada (bədənin bütün hissələri üçün çalışmalar)	45 dəq piyada (bədənin bütün hissələri üçün çalışmalar)
Bazar	tam fəaliyyət azadlığı və ya variantlar arasında seçim etmək hüququ	tam fəaliyyət azadlığı və ya variantlar arasında seçim etmək hüququ	tam fəaliyyət azadlığı və ya variantlar arasında seçim etmək hüququ	tam fəaliyyət azadlığı və ya variantlar arasında seçim etmək hüququ	tam fəaliyyət azadlığı və ya variantlar arasında seçim etmək hüququ	tam fəaliyyət azadlığı və ya variantlar arasında seçim etmək hüququ	tam fəaliyyət azadlığı və ya variantlar arasında seçim etmək hüququ	tam fəaliyyət azadlığı və ya variantlar arasında seçim etmək hüququ

Beləliklə, son illər ərzində müxtəlif mikro- və makronutrientlərin pəhrizə, fərdi qidalara və kompleks qidalanma sistemlərinə daxil edilməsi ilə 2-ci tip şəkərli diabetin qarşısının alınması və müalicəsinə təsiri ilə bağlı perspektiv tədqiqatların nəticələri araşdırılmışdır.

Nəticə

1. II tip şəkərli diabet üçün pəhriz terapiyasında əsas hədəflərdən biri hər gün kiçik fasilə ilə qidalanma və aktiv fiziki həyat tərzi ilə bədən çəkisini 10% azaltmaqdır. Bunun üçün müalicəvi və profilaktik qidalanmaya əlavə şəkər və duzu minimuma endirməklə yüksək bioloji dəyəri olan kifayət qədər miqdarda zülallar, mono və doymamış yağ turşuları, meyvə-tərəvəzlər daxil edilməlidir.
2. Bir gün üçün gündəlik rejim variantı hazırlanmışdır, həmçinin, 100 kkal yandırmaq üçün tövsiyyə olunan hərəkətlər və 8 həftəlik "fiziki həftə" rejimi təqdim olunur.

Ədəbiyyat

[1] Бекбенбетова Б. Диетотерапия при сахарном диабете // Журнал Алматинского государственного института усовершенствования врачей, 2011, стр. 73

[2] Алексеев В.А., Шарафетдинов Х.Х., Плотникова О.А. Основные принципы диетотерапии при сахарном диабете 2 типа: акцент на антиоксидантную защиту и дисфункцию эндотелия // Вопросы питания. Том 91, № 4, 2022, стр. 6-18

[3] Amirli F.A., Aghamaliyev Z.Z., Abdullayeva I.G., Pashayeva Z.N.&Aghamaliyeva D.B. The role of nutrition in ensuring healthy living. Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2(148), 2024., 629-638.

[4] Дедова И.И., Шестаковой М.В., Майорова А.Ю. Клинические рекомендации. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом / 10-й вып. (доп.). Москва, 2021.

[5] Nicholls J. Perspective: the Glycemic Index falls short as a carbohydrate food quality indicator to improve diet quality // Front. Nutr. 2022. Vol. 9.

[6] Маюрникова Л.А., Давыденко Н.И., Куракин М.С. Питание как основа повышения качества жизни лиц с нарушением углеводного обмена // Журнал Техника и технология пищевых производств, 2009

[7] Ağamalıyev Z.Z., Abdullayeva İ.Q. Müasir insanın qida pəhrizi və çatışmamazlıqlar. International Conference dedicated to the 60th anniversary of the establishment of the Department of Technology of organic substances and high-molecular compounds. "Modern problems of macromolecular compound technology". 25-26 Aprel 2024, p.151.

[8] Елиашевич С.О., Драпкина О.М. Возможности питания в коррекции массы тела при сахарном диабете 2 типа. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2023, 22(6), с. 3607

[9] Елиашевич С.О., Мишарова А.П., Драпкина О.М. Ремиссия сахарного диабета 2 типа: возможности различных стилей питания // Сахарный диабет. 2024, Т. 27, №2, с.168-173.

[10] Saidova G.T., Hamroyev F.M., Hasanova Sh.A. Relevance of studying of the problem of food of women with excess body weight and obesity (republic of uzbekistan) // Academic research in educational sciences, V. 5, Is 9, 2024, p. 72-75.

[11] Arabzadeh A.A., Omerova S.N., Abdullayeva N.F., Gojayev A.S. The Biochemical Features of Some Wild Apples Introduced in Absheron Region (Malus Mill.). Proc. of. International Caucasian forestry symposium. Turkey: Artvin, 2013, p. 1107-1110.

[12] Abbasov V.M., Əmirli F.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Z.V., Quliyeva N.R. Qida kimyası. Dərslik. Bakı: Elm, 2023, 260 s.

FUNDAMENTAL PRINCIPLES OF DIETOLOGY IN DIABETIC PATIENTS

Fariz Amirli[1], Khayala Seyidova[2], Zaur Aghamaliyev[3]

Department of Chemical Technology, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku

[1]professor, http://orcid.org/0000-0002-9095-2982, fariz.emirov@asoiu.edu.az
[2] PhD, http://orcid.org/0009-0006-8451-064x , xeyale.seyidova.h@asoiu.edu.az
[3]professor, http://orcid.org/0000-0003-2866-1401, zaur.agamaliyev.z@asoiu.edu.az; zauraghamaliyev@gmail.com

ABSTRACT

This study explores the impact of a balanced diet on reducing blood glucose levels by up to 25% in patients with type 2 diabetes. It is well established that the majority of diabetic patients struggle with excess weight. Weight loss serves as an effective strategy for both managing diabetes and lowering blood glucose levels. Additionally, weight reduction plays a crucial role in preventing various comorbidities and related pathological conditions. Notably, individuals do not need to meticulously analyze the chemical composition of their food or record every detail of their daily intake, as such practices may induce psychological distress and contribute to depressive symptoms. To mitigate these adverse effects, a structured dietary plan incorporating key principles has been proposed. These principles include: Consuming breakfast as an essential daily routine; Adopting a balanced diet; Moderating the intake of all food groups except vegetables; Reducing fat consumption; Engaging in regular physical activity; Ensuring adequate rest; Monitoring progress and outcomes.

Furthermore, the study provides guidelines on achieving optimal weight loss in accordance with body composition through proper nutrition. As emphasized, breakfast is a mandatory component from the outset of the proposed dietary regimen. The core principle of this approach is the frequent consumption of small portions. Two fundamental rules are outlined: Breakfast must be consumed no later than two hours after waking up; The interval between meals should not exceed five hours.

Maintaining a nutritious breakfast supports the reduction of high-calorie food consumption throughout the day. Additionally, snack intake is essential if more than five hours remain before dinner. In adherence to this regimen, dinner should be consumed no later than 19:00.

Finally, the study presents a model daily routine, recommended physical activities for burning 100 kcal, and an eight-week "physical activity week" program.

Keywords: diabetes, obesity, balanced diet, healthy nutrition, active lifestyle.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ДИЕТОЛОГИИ ПРИ ДИАБЕТЕ

Фариз Амирли[1], Хаяла Сеидова[2], Заур Агамалиев[3]

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку

[1]профессор, http://orcid.org/0000-0002-9095-2982, fariz.emirov@asoiu.edu.az
[2] кандидат химических наук, http://orcid.org/0009-0006-8451-064x , xeyale.seyidova.h@asoiu.edu.az
[3]профессор, http://orcid.org/0000-0003-2866-1401 , zauraghamaliyev@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Представленная статья посвящена снижению уровня сахара в крови у пациентов с сахарным диабетом 2 типа до 25% за счёт поддержания здорового питания и сбалансированной диеты. Известно, что большинство больных диабетом страдают избыточным весом. Снижение массы тела является эффективным способом контроля диабета, так как способствует уменьшению жировой массы и снижению уровня глюкозы в крови. Кроме того, потеря лишнего веса помогает предотвратить развитие многих сопутствующих патологий и заболеваний.

Важно отметить, что пациентам не обязательно детально анализировать химический состав потребляемой пищи или вести точный учёт всех приёмов пищи в течение дня, так как это может привести к психологическому стрессу и, в конечном итоге, к депрессивным состояниям. Чтобы избежать таких негативных последствий, нами предложен план, основанный на следующих ключевых принципах: Обязательный приём завтрака; Соблюдение сбалансированной диеты; Умеренное потребление всех продуктов, кроме овощей; Ограничение потребления жиров; Регулярная физическая активность; Достаточный отдых; Мониторинг результатов.

Кроме того, в статье представлены рекомендации по достижению оптимального снижения веса в соответствии с индивидуальной массой тела с помощью правильного питания. Как уже отмечалось, завтрак является обязательным с первого дня следования предложенному режиму. Основной принцип питания заключается в частом приёме пищи небольшими порциями. Два главных правила таковы: Завтрак должен быть принят не позднее чем через два часа после пробуждения; Интервал между приёмами пищи не должен превышать пяти часов.

Полноценный завтрак помогает контролировать потребление высококалорийной пищи в течение дня. Также важно соблюдать режим перекусов — если до ужина остаётся более пяти часов, следует дополнительно перекусить во второй половине дня. Ужин рекомендуется не позднее 19:00.

В заключение представлены пример ежедневного режима, перечень физических упражнений, способствующих сжиганию 100 ккал, а также восьминедельная программа «физическая неделя».

Ключевые слова: *сахарный диабет, избыточный вес, сбалансированная диета, здоровое питание, активный образ жизни.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1462

MOZERALLA PENDİRİNİN İSTEHSALİ ZAMANİ TƏRKİBİNDƏ OLAN YAĞIN VƏ SUYUN KEYFİYYƏTƏ TƏSİRİNİN QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

Sənubər Quliyeva[1], Leyla İsmayılzadə[2]

[1,2] Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti
[1,2] ""İqtisadi və texnoloji elmlər" kafedrası
[1] Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, sanubar_guliyeva@unec.edu.az
[2] magistr, ismailzadeleila08@gmail.com

Xülasə

Mozzarella pendiri, xüsusilə İtaliya mətbəxində əhəmiyyətli bir yerə sahib olan yumşaq və elastik teksturaya malik bir süd məhsuludur. Onun keyfiyyəti istehsalında istifadə olunan südün tərkibi, eləcə də pendirin tərkibindəki yağ və su miqdarından birbaşa asılıdır. Yağ, pendirin kremliliyini, dadını və strukturunu müəyyən edir, su miqdarı isə pendirin elastikliyinə və saxlanma müddətinə təsir edir. Bu məqalə, mozzarella pendirinin istehsalında yağ və suyun keyfiyyətə təsirini ətraflı şəkildə təhlil edir. Mövcud elmi araşdırmalar və istehsal təcrübələrinə əsaslanaraq, pendirin keyfiyyətinə təsir edən əsas amillər müzakirə edilir. Xüsusilə, südün tərkibindəki protein, yağ və su miqdarlarının pendirin son məhsulunun dadına və strukturuna necə təsir etdiyinə dair məlumatlar verilmişdir. Bundan əlavə, istehsal prosesində temperatur, fermentasiya və digər amillərin pendirin keyfiyyətinə təsiri qiymətləndirilmişdir. Nəticə olaraq, optimal yağ və su balansının pendirin keyfiyyətini necə artırdığı və istehsal prosesinin nə dərəcədə optimallaşdırıla biləcəyi barədə tövsiyələr təqdim olunmuşdur.

Məqalənin başlanğıc hissəsində, pendirin keyfiyyətinə təsir edən ən mühüm amillərdən biri olan südün tərkibi ətraflı araşdırılır. Südün yağ, protein və su tərkibi pendirin dadına, strukturasına və saxlanma müddətinə təsir göstərir. Südün yüksək yağ tərkibi pendirin daha kremli və zəngin olmasına səbəb olur, eyni zamanda su miqdarı pendirin daha elastik və sıx olmasına imkan verir. Bu faktların pendir istehsalına olan təsirləri də məqalədə dərinliklə izah edilir.İstehsal prosesində, temperaturun, fermentasiyanın və digər mühit faktorlarının pendirin keyfiyyətinə necə təsir etdiyinə dair geniş mülahizələr irəli sürülür. İstifadə olunan mikroorqanizmlər və fermentlər pendirin strukturu və dadını birbaşa formalaşdırır. Bununla yanaşı, pendirin istehsal prosesində optimal temperaturun qorunması və lazımi vaxtda fermentasiya tətbiq edilməsi pendirin strukturunun və dadının mükəmməl olmasına şərait yaradır.
Açar sözlər: *Mozzarella pendiri, yağ miqdarı, su miqdarı, pendir keyfiyyəti*

Giriş

Mozzarella pendiri, qədim İtaliya mətbəxinin ən məşhur və ən çox istehlak edilən süd məhsullarından biridir. Özünə məxsus yumşaq və elastik strukturuyla tanınan bu pendir, əsasən südün yağ və su balansı ilə xarakterizə olunur. Südün tərkibindəki yağ və protein miqdarı, pendirin dadını, teksturasını və saxlanma müddətini müəyyən edir. Həmçinin, pendirin hazırlanmasında istifadə olunan su miqdarı onun elastikliyini və saxlanma xüsusiyyətlərini müəyyənləşdirir. Mozzarella pendirinin istehsalında bu iki amilin düzgün balanslaşdırılması vacibdir, çünki bu, pendirin keyfiyyətini və bazar tələblərini təmin etmək üçün əsas faktordur.

Pendirin keyfiyyətini təsir edən digər mühüm amil isə südün özü ilə bağlıdır. Yüksək keyfiyyətli süd, pendirin strukturu, dadı və saxlanma müddətini artırır. Südün tərkibindəki mikroorqanizmlər, minerallar və vitaminlər pendirin həm dadını, həm də sağlamlıq faydalarını təsir edir. Bu məqalədə mozzarella pendirinin istehsalında südün keyfiyyətinin əhəmiyyəti, yağ və su balansının pendir teksturasına təsiri və istehsal prosesində aparılmalı olan optimallaşdırma və keyfiyyət nəzarəti barədə geniş məlumat veriləcəkdir.

Mozzarella pendirinin istehsalında keyfiyyətin qorunması və artırılması, istehsal prosesinin düzgün qurulmasına və istifadə olunan xammalın xüsusiyyətlərinə bağlıdır. Südün keyfiyyəti burada ən vacib amillərdən biridir. Keyfiyyətli süd, tərkibindəki yağ, protein və digər qida maddələrinin düzgün nisbətdə olması ilə fərqlənir. Südün bu tərkibi pendirin dadını, teksturasını və saxlanma müddətini müəyyən edir. Bundan əlavə, südün mikrobioloji təmizliyi və yüksək sanitariya şərtləri, pendirin təhlükəsizliyi və uzun müddət saxlanması baxımından vacibdir. Pendir istehsalında əsasən yağ və su miqdarı, pendirin xarakterik xüsusiyyətlərini müəyyən edir. Yağ, pendirin kremli və zəngin dadını təmin edir, su isə onun elastikliyinə və konsistensiyasına təsir edir. Yağ və su balansı pendirin teksturasına, sərtliyinə, erimə qabiliyyətinə və hətta dadına təsir edir. Məsələn, yağ miqdarı çox olan pendirlər daha kremli və yumşaq olur, lakin su miqdarı pendirin elastikliyini və saxlanma müddətini daha çox təsir edir. Optimal yağ və su balansı isə pendirin həm dadını, həm də keyfiyyətini ən yaxşı şəkildə təmin edir.

Bundan başqa, mozzarella pendirinin hazırlanmasında temperatur və fermentasiya müddətinin tənzimlənməsi də vacib rol oynayır. İstehsal prosesi zamanı uyğun temperatur səviyyəsi və fermentasiya müddəti pendirin strukturunun yaranmasında və tərkibindəki maddələrin kimyəvi reaksiyalarına təsir edir. Temperaturun və pH səviyyəsinin düzgün tənzimlənməsi, pendirin yumşaq, elastik və ideal dad xüsusiyyətlərinə malik olmasına şərait yaradır.

Bu məqalə, mozzarella pendirinin istehsalında yağ və su miqdarının keyfiyyətə təsirini təhlil edərkən, südün keyfiyyətinin, istehsal prosesinin optimallaşdırılmasının və keyfiyyətə nəzarət metodlarının əhəmiyyətini müzakirə edir. Südün tərkibi, istehsal şərtləri və keyfiyyətə nəzarət sistemlərinin düzgün tətbiqi nəticəsində pendirin ümumi keyfiyyətini artırmaq mümkündür.

Mozzarella pendirinin keyfiyyətinə təsir edən amillər

Mozzarella pendirinin keyfiyyəti, onun istehsalında istifadə olunan müxtəlif amillərin düzgün balansına əsaslanır. Bu amillər təkcə südün keyfiyyətindən başlamır, eyni zamanda istehsal metodları, temperatur rejimləri və fermentasiya prosesləri ilə də sıx əlaqəlidir. Aşağıda, mozzarella pendirinin keyfiyyətinə təsir edən əsas amillər göstərilmişdir:

1. *Südün keyfiyyəti:*
   - Yağ və protein tərkibi: Südün tərkibindəki yağ və protein miqdarı pendirin dadına və strukturuna təsir edir. Yüksək keyfiyyətli süd, yaxşı pendir mətni və elastiklik təmin edir.
   - Mikrobioloji təmizliyi: Südün mikrobioloji təmizliyi də vacibdir. Kifayət qədər təmiz olmayan süd, pendirin dadını və saxlanma müddətini mənfi təsir edə bilər.
2. *Fermentasiya prosesi:*
   - Fermentasiya, pendirin dadı və strukturunun formalaşmasında əhəmiyyətli rol oynayır. İstifadə olunan starter mədəniyyətlər və fermentlərin miqdarı, pendirin dadını və tutarlılığını təsir edir. Yüksək keyfiyyətli starterlər pendirin dadını və strukturunu yaxşılaşdırır.

3. *Temperatur və pH səviyyəsi:*
   - İstehsal prosesində temperatur və pH səviyyəsinin tənzimlənməsi pendirin xüsusiyyətlərini formalaşdırır. Pendir hazırlanarkən temperaturun düzgün idarə edilməsi, onun yumşaq və elastik struktura sahib olmasına kömək edir. Həmçinin, pH səviyyəsi də pendirin suda həll olma qabiliyyətinə təsir edir.
4. *Duzlama və saxlama:*
   - Mozzarella pendirinin keyfiyyətini müəyyən edən digər vacib amil tuzlanma və saxlanma şəraitidir. Pendir tuzlandıqca dadı intensivləşir və ona özünəməxsus xüsusiyyətlər qazandırır. Təhlükəsiz saxlanma şəraiti də pendirin uzun müddət ərzində keyfiyyətini qorumağa kömək edir.
5. *Yağ və su nisbəti:*
   - Pendir istehsalında yağ və su balansı çox önəmlidir. Yağ miqdarı pendirin kremli və zəngin dadını təmin edir, su miqdarı isə elastiklik və yüngüllük verir. Həddindən artıq yağ, pendiri daha yağlı edərkən, çox su isə elastiklik itirə bilər. Optimal nisbət pendirin ideal konsistensiyasını və dadını təmin edir.
6. *Təsir edən xarici amillər:*
   - İqlim şəraiti və torpaq: Üzüm və otlar kimi, süd istehsal edən inəklərin yediyi otların keyfiyyəti və inək üçün əlverişli ətraf mühit, pendirin tərkibinə təsir edə bilər. Torpağın və iqlimin fərqli növləri, pendirin dadına və digər xüsusiyyətlərinə təsir edə bilər.
   - Sənaye texnologiyaları və istehsal metodları: İstehsal üsulları da pendirin keyfiyyətini müəyyən edən mühüm faktordur. Yüksək texnologiyalı istehsal, pendirin keyfiyyətini artırmaqla yanaşı, təbii metodlarla istehsal olunan pendirlərin fərqli dad və xüsusiyyətlərə sahib olmasına da şərait yaradır.

Bu amillər mozzarella pendirinin keyfiyyətini formalaşdıran əsas komponentlərdir. Hər biri, pendirin son məhsulunun dadını, teksturasını və saxlanma müddətini müəyyən edir. Bu amillərin balansı isə pendirin mükəmməl keyfiyyətini təmin etmək üçün ən vacib faktordur. Yağ və su miqdarının mozzarella pendirinin keyfiyyətinə təsiri çox böyükdür və bu iki komponentin balansı pendirin dadını və teksturasını formalaşdırır. Yağ miqdarı pendirin kremli və zəngin dadını artırır, həmçinin onun yumşaq və elastik bir struktura sahib olmasına kömək edir. Yüksək yağ tərkibi olan pendir, ağızda zəngin bir hissiyat yaradır və daha uzun müddət saxlanılabilər. Bununla yanaşı, yüksək yağ miqdarı pendirin qırılmasını və sərtləşməsini azaldır, beləliklə, pendir daha dözümlü və kremli olur. Digər tərəfdən, su miqdarı pendirin elastikliyini və strukturunu təyin edir. Yüksək su miqdarı olan pendirlər daha yumşaq və elastik olur, bu da mozzarella pendirinin ən xarakterik xüsusiyyətlərindən biridir. Su miqdarı artdıqca, pendir yüngülləşir və elastikliyi artır, amma eyni zamanda dadının intensivliyi azalır. Az su olan pendirlər isə daha sərt və quruyan bir struktura malik olur.

Nəticədə pendirin dadı daha intensiv və zərif olur. Yağ və su miqdarı arasındakı balans, pendirin ideal tekstura və dad xüsusiyyətlərinin qorunmasını təmin etmək üçün çox vacibdir. Həm çox yağ, həm də çox su pendirin keyfiyyətinə mənfi təsir göstərə bilər. Yağ miqdarının çox olması pendiri ağırlaşdırır və kremli, amma sərt bir struktur yaradır. Su miqdarının çox olması isə pendiri elastik etsə də, onun dadını zəiflədir və daha tez deformasiyaya uğrayır. Buna görə də optimal yağ və su nisbəti pendirin dadının zəngin, strukturunun isə yumşaq və elastik qalmasını təmin edir.

Cədvəl. Yağ və su miqdarının mozzarella pendirinin keyfiyyətinə təsiri

Göstərici	*Aşağı Yağ (15-20%)*	*Orta Yağ (21-25%)*	*Yüksək Yağ (26-30%)*
Tekstura	Daha sərt, elastik deyil	Yumşaq və elastik	Çox yumşaq, yağlı
Dad	Neytral, zəif süd dadı	Zəngin, balanslı	Daha kremli və yağlı
Saxlama müddəti	Daha uzun	Orta	Daha qısa (yağ oksidləşməsi səbəbilə)
Ərimə xüsusiyyəti	Çətin əriyir, lifli deyil	Optimal ərimə, yaxşı liflilik	Çox tez əriyir, yapışqan tekstura
Su tərkibi	Daha az	Orta səviyyədə	Daha çox
İstehsal zamanı stabilik	Çox möhkəm, çətin yoğrulur	Optimal konsistensiya	Daha yumşaq, tez dağılır

Mozzarella pendirinin keyfiyyəti onun istehsalında istifadə olunan südün keyfiyyətindən birbaşa asılıdır. Süd, pendirin teksturasını, dadını, ərimə qabiliyyətini və saxlanma müddətini müəyyən edən əsas komponentdir. Südün tərkibindəki yağ, protein, laktoza, minerallar və mikrobioloji xüsusiyyətlər pendirin strukturunu və dadını formalaşdırır. Südün yağ miqdarı nə qədər yüksək olarsa, mozzarella pendiri bir o qədər kremli və zəngin dadlı olur. Bunun əksinə, az yağlı süddən hazırlanmış pendirlər daha sərt və elastik olur. Südün protein tərkibi də mühüm rol oynayır. Protein miqdarı pendirin teksturasını müəyyən edən əsas amildir, çünki kazein zülalları pendir istehsalında laxtalanma prosesinə kömək edir. Kifayət qədər protein olmadıqda, pendirin tutarlılığı zəifləyir və strukturu qeyri-bərabər ola bilər.

Südün təmizliyi və mikrobioloji keyfiyyəti də pendirin keyfiyyətinə birbaşa təsir göstərir. Mozzarella pendiri istehsalında istifadə olunan süd mikrobioloji cəhətdən təmiz olmalıdır, çünki zərərli mikroorqanizmlər pendirin dadını dəyişdirə, fermentasiya prosesinə mənfi təsir edə və saxlanma müddətini azalda bilər. Pasteurizasiya prosesi bu problemi həll edir, lakin südün təbii mikroflorasının saxlanılması da vacibdir, çünki bəzi faydalı bakteriyalar pendirin dadının formalaşmasına kömək edir. Bundan əlavə, südün mineral tərkibi, xüsusilə də kalsium və fosfor miqdarı pendirin möhkəmliyini və ərimə xüsusiyyətlərini müəyyən edir. Kalsium miqdarı pendirin düzgün laxtalanmasını təmin edir və pendirin strukturunu gücləndirir. Südün pH səviyyəsi də pendirin son keyfiyyətinə təsir göstərir. Düzgün pH səviyyəsi südün fermentasiya prosesini stabil saxlayır və pendirin dadını tənzimləyir. Südün tərkibindəki laktozanın miqdarı da fermentasiya prosesinə təsir edir, çünki laktoza süd turşusu bakteriyaları tərəfindən istifadə olunaraq pendirin turşuluğunu formalaşdırır.

Ümumiyyətlə, südün keyfiyyəti mozzarella pendirinin bütün xüsusiyyətlərinə təsir edir. Yüksək keyfiyyətli süd, daha yaxşı struktur, zəngin dad və uzun saxlanma müddətinə sahib pendir əldə etməyə imkan yaradır. Buna görə də, pendir istehsalında südün keyfiyyəti ciddi şəkildə nəzarət edilməli və onun yağ, protein, mineral və mikrobioloji göstəriciləri diqqətlə tənzimlənməlidir.

Mozzarella pendirinin istehsal prosesində optimallaşdırma və keyfiyyət nəzarəti məhsulun standartlara uyğun hazırlanmasını, onun tekstura, dad və saxlanma müddəti baxımından optimal keyfiyyətdə olmasını təmin edir. İstehsal prosesinin hər mərhələsində düzgün parametrlərin tətbiqi, südün keyfiyyətindən başlayaraq son məhsulun qablaşdırılmasına qədər olan bütün proseslərdə mühüm rol oynayır. Bu proseslərdən hər hansı birində baş verən dəyişiklik pendirin strukturuna, dadına və saxlanma müddətinə birbaşa təsir göstərə bilər. İstehsal prosesində

optimallaşdırma bir neçə əsas amil üzərində qurulur. İlk növbədə, istifadə olunan südün tərkibi və keyfiyyəti optimallaşdırılmalıdır. Südün yağ və protein balansı düzgün nisbətdə olmalıdır ki, pendirin teksturası və dadı ideal formada olsun. Südün pH səviyyəsinin nəzarətdə saxlanması da vacibdir, çünki pH səviyyəsi fermentlərin aktivliyini və laxtalanma prosesinin effektivliyini müəyyən edir. Südün pastorizasiya edilməsi mikrobioloji təhlükələrin qarşısını alır və pendirin saflığını qoruyur, lakin temperaturun və vaxtın düzgün tənzimlənməsi vacibdir ki, südün təbii xüsusiyyətləri qorunub saxlanılsın.

Mozzarella pendirinin istehsalı zamanı laxtalanma mərhələsi də xüsusi diqqət tələb edir. Bu mərhələdə fermentlər və ya turşular əlavə edilərək südün laxtalanması təmin edilir. Laxtalanma üçün istifadə olunan fermentlərin miqdarı və təsir müddəti pendirin teksturasına və elastikliyinə təsir göstərir. Optimal fermentasiya müddəti və temperatur rejimi təmin edilmədikdə pendirin keyfiyyəti aşağı düşə bilər. Laxtalanmadan sonra kəsmik əmələ gəlir və kəsmikdən artıq mayenin ayrılması prosesin effektivliyinə təsir göstərən digər vacib amildir. Mayenin düzgün ayrılması pendirin elastikliyini və su tərkibini tənzimləyir. İstehsal prosesində temperatur və duzlama mərhələləri də mühüm rol oynayır. Mozzarella pendiri üçün ideal istilik rejimi onun tekstura və dadını müəyyən edir. Pendir yoğrulma və dartılma mərhələsində müəyyən istilikdə saxlanmalı, elastikliyini və xüsusi lifli quruluşunu qazanmalıdır. Duzlama isə pendirin dadını və saxlanma müddətini tənzimləyən əsas proseslərdən biridir. Duzun miqdarı və duzlama müddəti düzgün tənzimlənməzsə, pendirin dadı qeyri-bərabər paylana və saxlanma müddəti qısala bilər.

Keyfiyyətə nəzarət istehsal prosesinin hər mərhələsində tətbiq olunmalı və pendirin standartlara uyğunluğunu təmin etməlidir. İstehsal zamanı mikrobioloji analizlər aparılmalı, pendirin tekstura, rəng və dad xüsusiyyətləri daim yoxlanılmalıdır. Həmçinin, pendirin su və yağ balansının optimal səviyyədə olması üçün mütəmadi laboratoriya analizləri aparılmalıdır. Qablaşdırma və saxlanma şəraitləri də keyfiyyət nəzarətinin bir hissəsidir, çünki uyğun olmayan temperatur və rütubət şəraitində pendirin strukturu dəyişə və saxlanma müddəti qısala bilər.

Ümumiyyətlə, istehsal prosesində optimallaşdırma və keyfiyyət nəzarəti mozzarella pendirinin yüksək keyfiyyətdə olmasını təmin edir. Proseslərin hər biri diqqətlə planlaşdırılmalı və standartlara uyğun aparılmalıdır ki, pendir həm istehlakçılar üçün arzuolunan xüsusiyyətlərə malik olsun, həm də uzunmüddətli saxlanma qabiliyyətinə sahib olsun. Keyfiyyətə nəzarət və istehsal prosesinin optimallaşdırılması yalnız məhsulun dad və tekstura xüsusiyyətlərini deyil, həm də onun bazardakı rəqabət qabiliyyətini artırır.

Nəticə

Mozzarella pendirinin keyfiyyətinə təsir edən amillərin araşdırılması nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, pendirin teksturası, dadı və saxlanma müddəti onun tərkibindəki yağ və su balansından, eləcə də südün keyfiyyətindən və istehsal prosesinin düzgün idarə olunmasından birbaşa asılıdır. Südün yağ və protein nisbətinin optimal olması pendirin yumşaq, elastik və zəngin dadlı olmasını təmin edir. Bundan əlavə, pendirin strukturunu və dadını qorumaq üçün südün mikrobioloji təmizliyi, pH səviyyəsi və mineral balansı da mühüm rol oynayır. İstehsal prosesində istifadə olunan temperatur rejimi, fermentasiya müddəti və duzlama səviyyəsi kimi faktorlar da pendirin keyfiyyətini müəyyən edən əsas amillərdir. Keyfiyyət nəzarətinin gücləndirilməsi və istehsal prosesinin optimallaşdırılması mozzarella pendirinin standartlara uyğun hazırlanmasını və bazarda daha yüksək rəqabət qabiliyyətinə malik olmasını təmin edir. İstehsal zamanı nəzarət mexanizmlərinin gücləndirilməsi, südün keyfiyyətinə ciddi nəzarət edilməsi, pendirin yağ və su balansının düzgün tənzimlənməsi vacibdir. Bununla yanaşı, pendirin

elastiklik və saxlanma xüsusiyyətlərini qorumaq üçün fermentasiya və yoğrulma mərhələlərinin optimal parametrlərlə aparılması təmin edilməlidir. Pendirin mikrobioloji təhlükəsizliyinin təmin olunması üçün mütəmadi laboratoriya analizlərinin aparılması və müvafiq standartlara uyğun istehsal prosesinin həyata keçirilməsi vacibdir. Mozzarella pendirinin uzunömürlü və keyfiyyətli olması üçün onun uyğun temperatur və rütubət şəraitində saxlanması və düzgün qablaşdırılması təmin edilməlidir. Südün keyfiyyətindən başlayaraq istehsalın son mərhələsinə qədər hər bir proses dəqiq nəzarətdə saxlanmalı, pendirin dadı və teksturasının optimal olması üçün istehsal şəraiti daim təkmilləşdirilməlidir. Bu tədbirlərin həyata keçirilməsi mozzarella pendirinin keyfiyyətini artırmaqla yanaşı, onun istehlakçı tələblərinə uyğun olmasını və bazar rəqabətində üstünlük qazanmasını təmin edəcəkdir.

Ədəbiyyat siyahısı

Azərbaycan dilində

1. Əhmədov Ə.İ. Ərzaq məhsullarının ekspertizasının üsul və vasitələri / Ə.İ.Əhmədov, Dərs vəsaiti. Bakı: "İqtisad Universiteti" Nəşriyyatı, 2018 - 290 səh.
2. Əhmədov, Ə.İ. İstehlak malları istehsalının ümumi texnologiyası. (Ərzaq məhsullarının istehsal texnologiyası). Ali məktəblər üçün dərslik / Ə.İ.Əhmədov, F.R.Quliyeva, L.V.Quliyeva - Bakı: "İqtisad Universiteti" Nəşriyyatı - 2018. - 312 səh.

İngilis dilində

1. Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney, P. L. H. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Volume 1: General Aspects. 2004, Elsevier Academic Press.
2. Jensen, R. G. Handbook of Milk Composition. 1995, Academic Press.
3. Kindstedt, P. S. American Farmstead Cheese: The Complete Guide to Making and Selling Artisan Cheeses. 2005, Chelsea Green Publishing.
4. Law, B. A. Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk. 1997, Springer.
5. Montel, M. C., & Coton, E. Fermented Foods: Microorganisms and Health Effects. 2019, Springer.
6. Patterson, M. F. Microbiological Safety and Quality Aspects of Fermented Dairy Products. 2006, Springer.
7. Walstra, P., Wouters, J. T. M., & Geurts, T. J. Dairy Science and Technology, Second Edition. 2005, CRC Press.
8. Zeng, X., & Zhang, Q. Cheese Production, Processing and Quality. 2012, Wiley-Blackwell.

Rus dilində

1. Косикowski, Ф. Сыроделие: технология, химия, физика и микробиология. Пер. с англ. – Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1985.
2. Крассовский П.А., Ковалев А.И., Стрижев С.Г. Товар и его экспертиза. М.; Центрэкономики и маркетинга. 1988.
3. Общие правила проведения экспертизы качества и количества товаров. М.; МВШЭ. ПР-00,2-96. 1996

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ СОДЕРЖАНИЯ ЖИРА И ВОДЫ НА КАЧЕСТВО ПРОИЗВОДСТВА МОЦАРЕЛЛЫ

Санубар Гулиева[1], Лейла Исмаилзаде[2]

[1,2]Азербайджанский Государственный Экономический Университет,
[1,2] Кафедра "Экономических и технологических наук",
[1]Доктор философии биологических наукам, sanubar_guliyeva@unec.edu.az
[2] Магистрант, ismailzadeleila08@gmail.com

Резюме

Моцарелла — это мягкий и эластичный молочный продукт, который занимает важное место в итальянской кухне. Качество моцареллы напрямую зависит от состава молока, используемого в производстве, а также от содержания жира и воды в самом сыре. Жир определяет кремообразность, вкус и структуру сыра, а содержание воды влияет на его эластичность и срок хранения. В данной статье подробно рассматривается влияние содержания жира и воды на качество моцареллы в процессе производства. На основе существующих научных исследований и производственного опыта обсуждаются основные факторы, влияющие на качество сыра. В частности, объясняется, как содержание белков, жира и воды в молоке влияет на вкус и структуру конечного продукта. Также оценивается влияние температуры, ферментации и других факторов, связанных с процессом производства, на качество сыра. В заключение приводятся рекомендации относительно того, как оптимальное соотношение жира и воды может улучшить качество сыра и оптимизировать производственный процесс.

В начале статьи подробно рассматривается один из самых важных факторов, влияющих на качество сыра, — состав молока. Содержание жира, белков и воды в молоке влияет на вкус, структуру и срок хранения сыра. Молоко с высоким содержанием жира способствует получению более кремового и насыщенного сыра, в то время как содержание воды позволяет сделать сыр более эластичным и плотным. Эти факторы и их влияние на производство сыра детально объясняются в статье. Статья также обсуждает, как температура, ферментация и другие экологические факторы влияют на качество сыра в процессе производства. Используемые микроорганизмы и ферменты непосредственно формируют структуру и вкус сыра. Кроме того, поддержание оптимальной температуры и своевременное применение ферментации необходимы для достижения идеальной текстуры и вкуса сыра.

Ключевые слова: *Моцарелла, содержание жира, содержание воды, качество сыра.*

THE EVALUATION OF THE IMPACT OF FAT AND WATER CONTENT ON THE QUALITY OF MOZZARELLA CHEESE PRODUCTION

Sanubar Guliyeva[1], Leyla Ismailzadeh[2]

[1,2] Azerbaijan State University of Economics (UNEC)
[1,2] "Economics and Technological Sciences" department
[1] Associate Professor, PhD in Biology, sanubar_guliyeva@unec.edu.az
[2] Master student, ismailzadeleila08@gmail.com

Abstract

Mozzarella cheese, a soft and elastic-textured dairy product, holds an important place in Italian cuisine. Its quality is directly influenced by the composition of the milk used in its production, as well as the fat and water content in the cheese itself. Fat determines the creaminess, taste, and structure of the cheese, while the water content affects the elasticity and shelf life. This paper thoroughly analyzes the impact of fat and water content on the quality of mozzarella cheese production. Based on existing scientific studies and production experiences, the main factors affecting cheese quality are discussed. Specifically, it is explained how the protein, fat, and water content in the milk affect the final product's taste and structure. Additionally, the effects of temperature, fermentation, and other factors in the production process on cheese quality are assessed. As a result, recommendations are provided on how the optimal balance of fat and water can improve cheese quality and how the production process can be optimized.

The beginning of the article thoroughly examines one of the most important factors affecting cheese quality: the composition of the milk. The fat, protein, and water content of the milk impact the taste, structure, and shelf life of the cheese. High-fat milk leads to a creamier and richer cheese, while the water content allows for a more elastic and firm texture. The effects of these factors on cheese production are explained in detail in the paper.

The article also explores the impact of temperature, fermentation, and other environmental factors on the quality of cheese during production. The use of microorganisms and enzymes directly shapes the structure and taste of the cheese. Furthermore, maintaining the optimal temperature and applying fermentation at the right time are crucial to achieving the perfect texture and taste of the cheese.

Keywords: Mozzarella cheese, fat content, water content, cheese quality

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1470

AZƏRBAYCANDA QƏHVƏYİ MƏRMƏR BAĞACIĞI (*HALYOMORPHA HALYS* (STÅL) *(*HEMİPTERA: PENTATOMİDAE)) İLƏ MÜBARİZƏDƏ EKOLOJİ CƏHƏTDƏN TƏHLÜKƏSİZ MÜBARİZƏ ÜSULLARININ TƏTBİQİ

Gülnar Qəhrəmanova1, İbrahim Mehdiyev 2

1Sektor müdiri, Bitki sağlamlığı və bioloji təhlükəsizlik şöbəsi, Azərbaycan Respublikasının Qida Təhlükəsizliyi Agentliyi, Bakı, Azərbaycan, gulnar.gahramanova@afsa.gov.az, ORCID: 0000-0002-0922-3572.
2Rəis müavini, Şəki-Zaqatala regional bölməsi, Azərbaycan Respublikasının Qida Təhlükəsizliyi Agentliyi, Şəki, Azərbaycan, ibrahim.mehdiyev@afsa.gov.az

XÜLASƏ

İqlim dəyişkənliyi fonunda son illər dünyada invaziv növlərin arealını genişləndirməsi və yeni keçdiyi ölkələrdə populyasiya sıxlığının intensiv artması müşahidə edilməkdədir. Azərbaycanın Gürcüstan və Rusiya ilə həmsərhəd rayonlarında rast gəlinən Qəhvəyi mərmər bağacığı (*Halyomorpha halys* (Stål) (*Hemiptera: Pentatomidae*)) da bu xüsusiyyətə malik olan təhlükəli zərərvericlərdəndir. Məqalədə zərərvericinin ziyanının yüksək olması nəzərə alınaraq onun respublika daxilində daha geniş ərazilərə yayılmasının və populyasiya sıxlığının artmasının qarşısını almaq məqsədilə intensiv aparılmış müşahidələr, ekoloji cəhətdən təhlükəsiz alternativ mübarizə üsulları – mexaniki və biotexniki mübarizə tədbirlərinin tətbiqinin səmərəliliyi haqqında qısa məlumat verilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, *H.halys* ilə mübarizədə biotexniki, mexaniki, bioloji mübarizə üsullarının tətbiqi ətraf mühitin qorunması, pestisid qalığının minumuma endirilməsi ilə yanaşı onun populyasiyasının uzunmüddətli idarə olunmasını da təmin edir. Qışlama yerlərində aparılan müşahidələr və tətbiq edilən mexaniki məhv etmə üsulları nəticəsində fərdlərin sayı nəzərəçarpacaq dərəcədə azalmışdır. Bu tədbirlər zərərvericinin növbəti vegetasiya dövründə populyasiya artımını məhdudlaşdırmaqla onun zərərvurma potensialını da zəiflətmişdir. Zərərvericinin aktiv olduğu dövrdə aqreqasiya tipli feromon tələlərinin tətbiqi, yetkin fərdlərin kütləvi şəkildə cəlb edilməsi və idarə olunması baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb etmişdir.

Açar sözlər: *Halyomorpha halys*, biotexniki mübarziə, feromon tələ, mexaniki mübarizə.

GİRİŞ

2021-ci ildən etibarən Şəki-Zaqatala iqtisadi rayonunda aşkarlanan Qəhvəyi mərmər bağacığı (*Halyomorpha halys* (Stål) (*Hemiptera: Pentatomidae*)) respublika ərazisində məhdud dairədə yayılmış karantin tətbiq edilən zərərverici olub, ətraf mühit və kənd təsərrüfatı üçün xüsusi təhlükə hesab edilir. Zərərvericinin dünyada 300-ə qədər qida bitkisi mövcuddur ki (Rice et al., 2014), bunların da əksəriyyətinə Azərbaycanda rast gəlinir. Polivoltin, polifaq növ olması, yayılmasında insan amilinin əsas rol oynaması, qonşu ölkələrdə rast gəlinməsi, dünyada arealının sürətlə genişlənməsi, həmçinin Azərbaycanın bir çox rayonlarının iqlim şəraitinin zərərvericinin məskunlaşması üçün əlverişli olması və ölkənin bəzi ərazilərində aşkarlanması (Nuriyeva, 2018; Nuriyeva, Nadirova, 2020) növün Azərbaycan üçün yüksək risk daşıdığını deməyə əsas verir.

Zərərverici Azərbaycan şəraitində əsasən fındıq, qarğıdalı, tumlu-çəyirdəkli meyvə bitkiləri

və digər tərəvəz bitkiləri ilə qidalanaraq məhsuldarlığın və məhsulunun istehlaka yararlığının azalmasına səbəb olur. Qış diapuzasında olan yetkin fərdlərin sosial təsiri də xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Digər həşəratlarla mübarizədə olduğu kimi, bu növə də qarşı kimyəvi mübarizənin tətbiqi istisna edilmir. Lakin məlumdur ki, kimyəvi mübarizə metodları qısamüddətli səmərəlilik göstərsə də, ekosistemə və faydalı entomofaunaya mənfi təsir göstərir. Bu səbəbdən təhlükəsiz alternativ mübarizə üsullarına üstünlük verilməsi və pestisid istifadəsinin minimuma endirilməsi daha vacibdir. Qışlama yerlərində mexaniki mübarizə və bitkinin vegetasiyası dövründə aparılan biotexniki mübarizə üsullarının tətbiqi nəinki ətraf mühitin zəhərli kimyəvi birləşmələrlə çirklənməsini minimuma endirir, habelə istehsal olunan bitkiçilik məhsullarında pestisid qalığının olmamasına səbəb olur .

Metodlar.

Tədqiqat işi Azərbaycanın Şəki-Zaqatala iqtisadi rayonuna daxil olan müxtəlif rayon və kəndlərdə yerləşən evlərdə, ictimai-iaşə müəssisələrində, meşəətrafı və əkin sahələrinin kənarlarında yerləşən yaşıllıqlarda və bitkiçilik məhsullarının ilkin istehsalı təsərrüfatlarında aparılmış fitosanitar müşahidələrə əsaslanır. Qəhvəyi mərmər bağacığının qışlama yerlərində müşahidələr zamanı hər hansı köməkçi vasitə olmadan vizual üsuldan istifadə edilmişdir. Zərərvericinin başlıca sahib bitkilərinin ilkin istehsalı sahələrində isə bitkinin vegetasiyası dövründə müşahidə və mübarizə məqsədilə aqreqasiya tipli feromon tutucu tələlərdən istifadə edilmişdir. Bu tələlərin işi "cəlb et və öldür" prinsipinə əsaslanır. Belə ki, tələlərin mərkəzinə yerləşdirilmiş dispenserə hədəf zərərvericinin qarşı cinsinin sintetik yolla istehsal olunan spesifik feromonu (qoxusu) hopdurulur. Tələlər havanın temperaturundan asılı olaraq aprel-oktyabr aylarında hektara 1-2 ədəd olmaqla yerdən 1.2-2.2 m məsafədən bitkilərinin budağından və ya gövdəsindən, yaxud digər köməkçi hissələrdən asılmışdır. Feromonların təsir müddətinin 2-12 həftə olduğunu nəzərə alaraq, dispenserlər qeyd edilən müddətdən sonra yenisi ilə əvəz edilmişdir. Həftəlik aparılan müşahidələr zamanı zərərvericinin kütləvi yayıldığı ərazilərdə tələlərdə fərdlərin sayının 300-350-ə qədər toplandığı müəyyən edilmişdir. Aparılan müşahidələr və tədqiqatlar *H.halys*-in əsasən bağların, tarlaların kənarında sıx toplaşdığını deməyə əsas verir. Bunu nəzərə alaraq bağların və tarlaların kənarında feromon tələlər daha sıx yerləşdirilmişdir. Belə ki, ilkin müşahidələrdən fərqli olaraq kütləvi mübarizə məqsədilə sirayətlənmə dərəcəsindən asılı olaraq tələlərin sayı hər hektara 50-dən çox olmamaq şərtilə artırıla bilər. Bu zaman 10 tələ sahənin mərkəzi istiqamətində, 40 tələ isə sahənin perimetri üzrə yerləşdirilir.

Nəticələrin müzakirəsi

Şəki-Zaqatala bölgəsində ilk dəfə 2021-ci ildə aşkarlanan Qəhvəyi mərmər bağacığı (*Halyomorpha halys* (Stål) (*Hemiptera: Pentatomidae*)) Azərbaycan Respublikası ərazisində məhdud dairədə yayılmış karantin tətbiq edilən zərərverici olub, ətraf mühit və kənd təsərrüfatı üçün xüsusi təhlükə hesab edilir. Zərərverici Azərbaycan şəraitində əsasən fındıq, qarğıdalı, tumlu-çəyirdəkli meyvə bitkiləri və digər tərəvəz bitkiləri ilə qidalanaraq məhsuldarlığın və məhsulunun istehlaka yararlığının azalmasına səbəb olur (Lee et al., 2013). Vurduğu fiziki zədə nəticəsində meyvənin toxuma tamlığının pozulması ilə müşayiət olunan çuxurlar və yaralar əmələ gəlir. Bu cür zədələr təzə meyvə və tərəvəzin əmtəəlik keyfiyyətini aşağı salmaqla yanaşı, hətta bəzi hallarda həmin məhsulların emala yararsızlığına da səbəb olur.

Müşahidələrimiz əsasında zərərvericinin yüksək risk qrupuna aid olan sahib bitkilərinin –

fındıq, alma, gilas, armud, şaftalı, nektarin, qarğıdalı sahələri olsa da, Azərbaycan şəraitində yumurtalarını daha çox katalpa və fındıq bitkisinin yarpaqlarının alt səthinə qoyduğunu qeyd etmək olar.

Mexaniki mübarizə. H.halys-in yetkin fərdləri qış diapauzasını müxtəlif sığınacaqlarda (quru yarpaqlar, qabıqlar, binaların divarlarının girintili-çıxıntılı hissələrində, yaşayış olan və ya olmayan evlərdə, çardaqarda, anbarlarda, müxtəlif köməkçi tikililərdə və s.) passiv vəziyyətdə keçirirlər. İmaqoların qış diapauzasında olduğu dövrdə feromon tələlərə qarşı reaksiya vermədiyi nəzərə alınaraq, qışlama yerlərində, xüsusilə, evlərin çardaqlarında ancaq vizual müşahidələr aparılmışdır. Onların kütləvi məhv edilməsi üçün qışlama yerlərinin mexaniki təmizlənməsi, ağacların gövdələrinin ətrafına yapışqan tələlərin yerləşdirilməsi tövsiyə olunur (Haye et al., 2015). 2023-2025-ci illərdə dekabr-mart aylarında evlərdə, köməkçi tikililərdə, evlərin çardaqlarında qışlayan yetkin fərdlər əl, süpürgə və ya tozsoranla toplanaraq fiziki üsullarla məhv edilmişdir. Yaşayış sahələrində aparılan müşahidələr zərərvericinin qışlayan fərdlərinin əksəriyyətinin çardaqlarda toplanmasını göstərmişdir. Aşkarlanan fərdlərin sayı lazımsız əşyaların (xüsusilə, karton lövhələr, köhnə paltarlar, taxta panellər və s.) saxlanıldığı çardaqlarda dəfələrlə çox olmuşdur. Toplanan fərdlərin əksəriyyətinin meşəətrafı kəndlərdə yerləşən tikililərdə aşkarlanması zərərvericinin meşə sahəsindən aqrosenozlara doğru miqrasiyasını göstərir . Məsələn, 2025-ci ilin mart ayında Balakən rayonunun Poştbinə kəndində yerləşən evin həyətinə yığılmış daş və kərpiclərin arasından zərərvericinin 50000-ə qədər, yaxud Zaqatala rayonun Muğanlı kəndində yerləşən yaşayış evinin çardağında 20000-dən çox qışlayan fərdlərin toplanaraq məhv edilməsi kimi yüzlərlə belə mexaniki mübarizə tədbirlərini nümunə göstərmək olar.

Feromon tələlərin istifadəsi. Sahib bitkilərin vegetasiyası dövründə zərərvericinin erkən aşkarlanması, populyasiya səviyyəsinin müəyyənləşdirilməsi və mübarizə məqsədilə feromon tələlərdən istifadə edilmişdir. Feromon tələlərin geniş tətbiqi H.halys ilə müqayisədə pestisid istifadəsinin azalmasına səbəb olur (Khrimian et al., 2014). Xüsusilə aqreqasiya tipli feromon tələlərinin tətbiqi bu zərərvericinin kütləvi şəkildə cəlb edilməsi və populyasiyasının effektiv nəzarət altına alınması üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu tələlər zərərvericinin feromon siqnallarına əsaslanaraq geniş ərazilərdə onların toplanmasını təmin edir. Bu yanaşma entomoloji müşahidələr və zərərvericilərin idarə edilməsində mühüm rol oynayır, eyni zamanda pestisidlərin istifadəsini azaldaraq ətraf mühitin çirklənmə səviyyəsini minimuma endirməyə kömək edir.

Aparılmış üç illik müşahidələr onu göstərir ki, sahib bitkinin zərərvericini təbii cəlb etməsilə yanaşı, həmin bitkiyə feromon tələ asıldıqda bitkinin müxtəlif hissələrində yetkin fərdlərin sayı daha çox olur. Tələlər birbaşa sahib bitkidən asıldıqda zərərverici tərəfindən həmin bitkidə meyvələrin daha çox zədələndiyi məyyən edilmişdir. Odur ki, tələlərin sahədə daha çox sahib bitkilərdən deyil, qeyri-sahib bitkilər, yaxud digər köməkçi vasitələr üzərində quraşdırılaması məqsədəuyğun hesab edilir.

Nəticə

H.halys ilə mübarizədə ekoloji cəhətdən təhlükəsiz biotexniki, mexaniki, bioloji mübarizə üsullarının tətbiqi ətraf mühitin qorunması, pestisid qalığının minumuma endirilməsi ilə yanaşı onun populyasiyasının uzunmüddətli idarə olunmasını təmin edir.

Mexaniki mübarizə tədbirlərinin, xüsusilə qışlama dövründə həyata keçirilməsinin, zərərvericinin ümumi populyasiya səviyyəsinin əhəmiyyətli dərəcədə azalmasına səbəb olduğu müəyyən edilmişdir. Belə ki, qışlama yerlərində aparılan müşahidələr və tətbiq edilən mexaniki məhv etmə

üsulları nəticəsində fərdlərin sayı nəzərəçarpacaq dərəcədə azalmışdır. Bu tədbirlər zərərvericinin növbəti vegetasiya dövründə populyasiya artımını məhdudlaşdırmaqla onun zərərvurma potensialını zəiflətmişdir.

Feromon tələlərin istifadəsi zərərvericinin erkən aşkarlanması və populyasiyasının dinamikasının izlənməsi üçün effektiv üsul olmaqla yanaşı, kütləvi mübarizə vasitəsi kimi də özünü doğrultmuşdur. Xüsusilə, aqreqasiya tipli feromon tələlərinin tətbiqi, zərərvericinin kütləvi şəkildə cəlb edilməsi və idarə olunması baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb etmişdir.

Aparılan tədqiqatların nəticələri göstərmişdir ki, H. halys-ın idarə olunmasında kompleks mübarizə tədbirlərinin tətbiqi effektiv nəticələr verir. Qışlama dövründə mexaniki mübarizə tədbirlərinin həyata keçirilməsi, vegetasiya dövründə isə feromon tələlərin tətbiqi zərərvericinin populyasiya dinamikasına təsir göstərən əsas amillərdən biridir.

Müxtəlif ekoloji yanaşmaların inteqrasiyası nəticəsində həm kənd təsərrüfatı məhsuldarlığı artırıla bilər, həm də ekosistemin balansı qoruna bilər. Bu yanaşmaların genişmiqyaslı tətbiqi nəinki Qəhvəyi mərmər bağacığının, o cümlədən digər zərərvericilərin də idarə edilməsində uzunmüddətli və davamlı həll yollarının inkişafına töhfə verəcəkdir.

Ədəbiyyatlar

[1] Nuriyeva İ.A. Azərbaycanda bitkiçilik üçün yeni, təhlükəli növ olan Mərmər taxtabiti (Halyomorpha halys Stal.) // AMEA “Elm və həyat”, № 1, 2018, s.66-68

[2] Nuriyeva İ.A., Nadirova G.İ. Azərbaycanda qərzəkli meyvə bitkilərinin (*Juglans regia* L. və *Corylus maxima* Mill.) yeni təhlükəli invaziv ziyanvericiləri *Halyomorpha halys* Stal. (Hemiptera, Pentatomidae) və *Metcalfa pruinosa* Say. (Hemiptera, Flatidae) // Pedoqoji Universitetin Xəbərləri, №1, Cild 68, 2020, s. 187-201

[3] Haye, T., et al. (2015). "Natural enemies and biological control of *Halyomorpha halys* in its native range." *Biological Control*, 82, pp. 102-109.

[4] Khrimian, A., et al. (2014). "Aggregation pheromone of *Halyomorpha halys* and its role in monitoring." *Environmental Entomology*, 43(5), pp. 1283-1291.

[5] Rice, K. B., Berg, C.J., Bergmann, E. J., Biddinger, D.J., Dieckhoff, C., Dively, et al. Biology, Ecology, and Management of Brown Marmorated Stink Bug (Hemiptera: Pentatomidae) // Journal of Integrated Pest Management, 5 (3), 2014, pp. 1-12

[6] Abbasov, V.M., Qurbanov, S.H., Əskərov, V.E., Yusibov, Y.Ə., Hacıyeva, S.R., Əzizov, R.E., Qasımov, E.E., Əmirli, F.Ə., Məmmədxanova, S.Ə., Ağamalıyev, Z.Z., Abbasova, Ü.V., Məmmədli, E.M. (2024). Qlobal ekoloji problemlər: səbəblər, həlli yolları, “yaşıl” enerji. Bakı: “Elm”, 606 s.

APPLICATION OF ECOLOGICALLY SAFE CONTROL METHODS IN THE CONTROL OF BROWN MARBLE GARDEN (HALYOMORPHA HALYS (Stål) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)) IN AZERBAIJAN

Gulnar Gahramanova[1], Ibrahim Mehdiyev[2]

[1]Head of Sector, Plant Health and Biosafety Department, Food Safety Agency of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan, gulnar.gahramanova@afsa.gov.az, ORCID: 0000-0002-0922-3572.

[2]Deputy Head, Sheki-Zagatala Regional Branch, Food Safety Agency of the Republic of Azerbaijan, Sheki, Azerbaijan, ibrahim.mehdiyev@afsa.gov.az

SUMMARY

The application of environmentally safe control methods against Halyomorpha halys ensures the long-term management of its population, in addition to protecting the environment and minimizing pesticide residues.

It has been determined that the implementation of mechanical control during the wintering period of the pest has led to a significant decrease in its population level. Thus, as a result of observations conducted in wintering areas and the applied mechanical destruction methods, the number of individuals has decreased significantly.

The use of pheromone traps has proven itself as an effective method for early detection of the pest and monitoring the dynamics of its population, as well as a means of mass control. In particular, the application of aggregation-type pheromone traps has become of great importance in terms of mass attraction and control of the pest.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ МЕТОДОВ БОРЬБЫ В БОРЬБЕ С КОРИЧНЕВЫМ МРАМОРНЫМ САДОМ (HALYOMORPHA HALYS (Stål) (*HEMIPTERA: PENTATOMIDAE*)) В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

Гюльнар Гахраманова[1], Ибрагим Мехдиев[2]

[1]Заведующий сектором, Департамент охраны здоровья растений и биобезопасности, Агентство по безопасности пищевых продуктов Азербайджанской Республики, Баку, Азербайджан, gulnar.gahramanova@afsa.gov.az, ORCID: 0000-0002-0922-3572.
[2]Заместитель начальника Шеки-Загатальского регионального отделения Агентства по безопасности пищевых продуктов Азербайджанской Республики, Шеки, Азербайджан, ibrahim.mehdiyev@afsa.gov.az

РЕЗЮМЕ

Применение экологически безопасных мето0дов борьбы с *Halyomorpha halys* обеспечивает долгосрочное управление его популяцией, а также защиту окружающей среды и минимизацию остатков пестицидов.

Установлено, что механическая борьба с вредителем в период спячки приводит к значительному снижению его численности. Таким образом, в результате проведенных наблюдений в местах зимовки и примененных методов механического уничтожения численность особей существенно сократилась.

Использование феромонных ловушек зарекомендовало себя как эффективный метод раннего обнаружения вредителей и мониторинга динамики их численности, а также как средство массовой борьбы. В частности, применение феромонных ловушек агрегационного типа приобрело важное значение с точки зрения массового привлечения и контроля численности вредителей.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1475

YABAN EKOLOJİSİNDE CANLILARIN MEVSİMSEL ADAPTASYONU

Mete TÜRKOĞLU[1*], Nargiz HUSEYNOVA[2*]

[*1]Iğdır Üniversitesi Teknik Meslek Yüksekokulu, Avcılık ve Yaban Hayatı Bölümü Iğdır/ Türkiye
[*2]Assistant Azerbaijan State Agrarian University, Ganja, Azerbaijan

ORCID 0000-0001-8045-5889, mbt.turkoglu@gmail.com
ORCID 0009-0005-2992-237X, nargizaliyeva029@gmail.com

ÖZET

Yaban ekolojisi, doğadaki tüm organizmaların çevreyle olan etkileşimlerini ve bu etkileşimlerin ekosistem üzerindeki etkilerini inceler. Canlılar, çevresel değişimlere karşı olağanüstü uyum yetenekleri (adaptasyon) geliştirmiştir. Bu adaptasyonlardan biri de mevsimsel uyumdur. Yılın farklı zamanlarında sıcaklık, su, besin ve diğer çevresel faktörlerdeki değişimler, yaban hayatındaki canlıların hayatta kalma yollarını şekillendirir. Bu yollar, özellikle mevsimsel değişikliklere duyarlı olan türlerin hayatta kalması için hayati öneme sahiptir. Organizmalar, hayatta kalabilmek için fiziksel çevresel koşullara uyum sağlarlar. Özellikle ortam sıcaklıklarındaki değişiklikler, canlıların beslenme, üreme, gelişim ve morfolojilerini doğrudan etkiler. Sıra dışı sıcaklık dalgalanmaları, özellikle soğukkanlı hayvanlar için ölümcül olabilir. Karasal soğukkanlılar, doğadaki donma noktasının altındaki sıcaklıklarda hayatta kalabilmek için çeşitli davranışsal, fizyolojik ve biyokimyasal uyum biçimleri geliştirmişlerdir. Bu türlerden bazıları, soğuk koşullardan kaçmak için göç eder veya su ya da toprak altında kış uykusuna ya da yaz uykusuna yatar.

Anahtar kelime: Yaban ekolojisi, adaptasyon, mevsimsel uyum, soğukkanlı hayvanlar

GİRİŞ

Mevsim değişiklikleri, doğadaki birçok canlı için ciddi uyum süreçlerini beraberinde getirir. Özellikle sıcaklık değişiklikleri, çevresel koşulların en belirgin değişkenlerinden biridir. Hava sıcaklıkları düştüğünde, bu durum bitkiler ve hayvanlar üzerinde farklı etkiler yaratır. Çoğu bitki, soğuk havaların etkisiyle büyümesini durdurur, bazı türler ise dormansiye (Tüm koşullar ideal olsa dahi çimlenememe durumu-uyku hali) geçer. Ağaçlar yapraklarını döker ve böylece enerji kaybını minimuma indirirler. Bununla birlikte, soğukkanlı canlılar, çevre sıcaklıklarından bağımsız olarak vücut sıcaklıklarını düzenleyemedikleri için, dış ortamın soğumasıyla birlikte metabolizmaları yavaşlar. Hareketlilikleri azalır, enerji tasarrufu sağlamak amacıyla vücut fonksiyonları en az seviyeye iner.

Soğukkanlı canlıların vücut sıcaklıkları çevreye bağlı olarak değiştiğinden, bu durum onlara hayatta kalma konusunda önemli zorluklar yaratabilir. Özellikle soğuk kış aylarında, hayatta kalabilmek için metabolizmalarını düşürüp enerji tasarrufu sağlamak zorunda kalırlar. Bu, türlerin çeşitli adaptasyonlar geliştirmesini gerektirir. Bazı soğukkanlı hayvanlar, soğuk havalarda hayatta kalabilmek için kış uykusuna yatar veya toprak altına çekilerek donma tehlikesinden kaçınır. Bu davranış, onların daha az enerji harcayarak hayatta kalmalarına yardımcı olur.

Diğer taraftan, sıcakkanlı canlılar, yani kuşlar ve memeli hayvanlar, vücut sıcaklıklarını belirli bir aralıkta tutabilmek için çok daha fazla enerjiye ihtiyaç duyarlar. Bu türler, iç ısılarını sabit tutabilmek için metabolizmalarını yüksek tutar ve bu da onlara soğuk havalarda daha fazla enerji tüketme zorunluluğu getirir. Vücut ısısını korumak için besinlerden elde edilen biyokimyasal enerjiyi kullanırlar, fakat kış aylarında yiyecek bulmak oldukça zordur. Kısıtlı besin kaynakları, hayvanların hayatta kalma stratejilerini değiştirmelerine neden olabilir. Örneğin, bazı türler daha fazla besin elde etmek için göç ederken, bazıları daha düşük aktivite seviyelerine geçer ve enerji tüketimini azaltırlar.

MEVSİMSEL ADAPTASYONLAR

Ilıman iklimlerde yaşayan canlılar için kışın dondurucu soğukları ciddi hayati riskler oluşturur. Bu zorlu koşullarda bazı endotermik (ortam ısısını kullanmadan vücut içi işlevleriyle vücut sıcaklığını metabolik olarak uygun bir sıcaklıkta tutan organizmalar) hayvanlar, yüksek metabolik hızları ve homeotermik (dışarıdan etkilenmeden sabit iç vücut sıcaklığı) yapılarının gerektirdiği besini yeterince temin edemedikleri için hayatta kalmak adına çeşitli adaptasyonlar geliştirir. Bu adaptasyonlar arasında göç etme veya metabolik hızın önemli ölçüde düştüğü kış uykusu (hibernasyon) gibi fizyolojik ve davranışsal adaptasyonlar ile hayatta kalabilirler [1,2].

Bazı kuş türleri, soğuk hava koşulları ve yiyecek kıtlığı nedeniyle sürüler halinde daha sıcak bölgelere göç eder. Benzer şekilde, büyük otçul memeliler de göç ederek hayatta kalmaya çalışır. Göç edemeyen bazı hayvanlar ise enerji tüketimini en aza indirerek kış uykusuna (hibernasyon) yatar. Kış uykusu, bildiğimiz anlamda bir uyku değildir; bu süreçte hayvanın vücut sıcaklığı önemli ölçüde düşer, kalp atış hızı ve solunum hızı yavaşlar, metabolizma en düşük seviyeye iner. Bu derin uyku hali, hayvanın kış boyunca minimum enerji harcayarak hayatta kalmasını sağlar.

Böcekler, donma koşullarından korunmak için çeşitli adaptasyon mekanizmaları geliştirmiştir. Örneğin, bal arıları (*Apis mellifera*) termoregülasyon yoluyla kovanlarının sıcaklığını dengede tutarak düşük sıcaklıklara karşı korunurlar. Bazı yusufçuk ve kelebek türleri, kış mevsimini donmayan su kaynaklarında veya toprağın derinliklerinde larva halinde geçirerek hayatta kalır. Bunun yanı sıra, Söğüt bülbülü (*Phylloscopus trochilus*), Bülbül Ardıcı (*Catharus ustulatus*) ve Kral Kelebeği (*Danaus plexippus*) gibi bazı böcek türleri, soğuk hava koşullarından kaçınmak için göç etmeyi tercih eder [3,4,5].

Donma koşullarına maruz kalmaktan kaçınamayan birçok böcek türü, kriyoprotektan metabolitler (biyolojik dokuları ve hücreleri donma hasarından koruyan maddeler), gliserol ve antifriz proteinler üreterek vücut sıvılarının donma noktasını düşürebilir. Bu sayede, donmadan kaçınma (süper soğuma) adı verilen adaptasyon mekanizması ile uzun süre hayatta kalabilirler [5].

Birçok su kurbağası; Ova kurbağası (*Pelophylax ridibundus*), Kuzey Leopar Kurbağası (*Rana pipiens*) ve Amerikan boğa kurbağası (*Rana catesbeiana*) gibi ve tatlı su kaplumbağası (örneğin, Kırmızı Yanaklı Su Kaplumbağası (*Trachemys scripta elegans*)) gibi soğukkanlı omurgalılar kışı sulak alanların dip kısmlarında geçirirler[6].

Bu ortamlarda yüzey tamamen buz tutsa da dip bölge donma sıcaklıklarına ulaşmadığı için donmadan fiziksel olarak korunmuş olurlar [7,8].

Karasal soğukkanlı bazı omurgalılar da korunaklı yuva yaparak ve yer altı sığınaklarına çekilerek donmadan korunabilirler. Bunların dışında vücut suyunun %65'ine kadar donmasını tolere

edebilen türlerin kullandığı donma toleransı stratejisi de bir diğer ekofizyolojik adaptasyon mekanizmasıdır. Bu strateji gel git bölgelerindeki deniz yumuşakçaları, birçok böcek türü, karada kış uykusuna yatan bazı sürüngen ve amfibi türleri için özel bir adaptasyondur [9,10].

Kış uykusu yalnızca kış mevsimine özgü bir durum değildir. Örneğin, Madagaskar'ın tropikal ikliminde yaşayan şişman kuyruklu cüce lemur (*Cheirogaleus medius*), yiyecek ve suyun kıt olduğu kurak mevsimlerde ağaç kovuklarına çekilerek uzun süreli uyuşukluğa giren kış uykusu benzeri bir hareketsizlik halidir. Aynı şekilde, sıcak mevsimlerde bazı kertenkeleler, salyangozlar ve kaplumbağalar yaz uykusuna (estivasyon) yatar. Yaz uykusu, yüksek sıcaklıklar ve su kaybına karşı metabolizmayı yavaşlatarak hayatta kalmayı sağlayan bir adaptasyondur.

Özellikle yaz aylarının sıcak ve kurak geçtiği tropikal step, çöl ve ılıman kuşağın yaz kuraklığı yaşayan bölgelerinde, bazı hayvan türlerinde kış uykusuna benzer bir uyuşukluk hali başlar. Bu süreçte hayvanlar, aşırı sıcak ve su kaybından korunmak için bir kenara çekilerek bir süreliğine adeta ortadan kaybolurlar.

Dipnoi, akciğerli balıklar (*Lungfish*) ailesine ait bir balık türüdür. Bu balıklar, hem solungaçları hem de akciğerleriyle solunum yapabilme özelliğine sahip olup, bu özellikleri onları farklı çevresel koşullarda hayatta kalmalarını sağlayacak şekilde uyumlu hale getirmiştir. *Dipnoi* türleri, özellikle su seviyelerinin düştüğü, kurak mevsimlerde hayatta kalmak için benzersiz bir adaptasyona sahiptir.

Yaz uykusuna (estivasyon) yatan hayvanlar arasında memeli türler de bulunur. Kurak mevsimlerde su seviyeleri çekilmeye başladığında, akciğerli balıklar her biri kendine bir tünel kazarak içine yerleşir. Bu tünelin üzerinde havanın girmesini sağlayan gözenekli bir kapak bulunur. Balıklar, derilerinin kurumasını engellemek için mukuslu bir sıvı salgılayarak kendilerini bir koza içinde korurlar. Kozalarında derin bir uykuya dalan bu balıklar, vücut fonksiyonlarını da yavaşlatırlar. Akciğerli balıklar, yaşamlarını sürdürebilmek için gerekli oksijeni, kozalarının üzerindeki delikten alırlar. Dipnoi türü balıklar, yaz uykusu sırasında enerji ihtiyaçlarını, vücutlarındaki yağ dokusunun bir kısmını eriterek karşılarlar. Bu sayede, yağmurların yeniden başlamasına ve su kaynaklarının canlanmasına kadar hayatta kalırlar. Bu süreçte, kas dokusunun besin olarak harcanması sonucu, balıklar bir mevsim içinde yaklaşık 3 santimetre kadar boy kaybederler. Uzun süren kuraklık dönemlerinde ise bazen vücutlarının yarısını eritebilirler. Afrika akciğerli balıklarının, çamur kozalarında dört yıldan fazla hayatta kaldığı gözlemlenmiştir [11,12].

SONUÇ

Mevsimsel değişimlere uyum sağlamak amacıyla hayvanlar, çevresel koşullara bağlı olarak farklı fizyolojik ve davranışsal adaptasyonlar geliştirirler. Bu adaptasyonlar, hayvanların zorlu mevsim koşullarında hayatta kalmalarını sağlar. Kış uykusu (hibernasyon) ve yaz uykusu (estivasyon) geçici uyuşukluk halleri, bu uyum süreçlerinin önemli bir parçasıdır. Hayvanlar, mevsimsel değişimlere göre vücutlarını ve yaşam biçimlerini düzenleyerek, yaşamlarını sürdürebildikleri habitatın çevresel koşullarına uyum sağlarlar.

Soğukkanlılar, vücut sıcaklıklarını çevresel koşullara uyumlayarak hayatta kalmaya çalışırken, sıcakkanlılar, vücut sıcaklıklarını sabit tutmak için ek enerji harcayarak bu zorlu koşullara adapte olmaya çalışırlar. Bu da canlıların hayatta kalma ve adaptasyon yeteneklerinin ne kadar geniş ve karmaşık olduğunu gözler önüne serer.

Bu makale, yaban ekosistemlerinde canlıların mevsimsel uyum süreçlerini incelemeyi amaçlamaktadır. Mevsimsel uyumun nasıl işlediğini, farklı türlerin bu süreçlerde nasıl hayatta kaldığını ve bu uyumların ekosistem dengesine nasıl katkı sağladığını anlamak, doğanın işleyişi hakkında daha derin bir anlayış geliştirmemize yardımcı olacaktır

Kaynakça

[1] Geiser, F. (2004). Metabolic Rate and Body Temperature Reduction During Hibernation and Daily Torpor. Annual Review of Physiology, 66(1), 239–274. https://doi.org/10.1146/annurev.physiol.66.032102.115105
[2] Geiser, F. (2020). Seasonal Expression of Avian and Mammalian Daily Torpor and Hibernation: Not a Simple Summer-Winter Affair. Frontiers in Physiology, 11(May), 1–19. https://doi.org/ 10. 3389/fphys.2020.00436
[3] Duman, J. G., & Newton, S. S. (2020). Insect Antifreeze Proteins. In H. Ramløv & D. S. Friis (Eds.), Antifreeze Proteins Volume 1 (Vol.1, pp. 131– 187). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41929-5_6
[4] Merlin, C., & Liedvogel, M. (2019). The Genetics and Epigenetics of Animal Migration and Orientation: Birds, Butterflies and Beyond. Journal of Experimental Biology, 222(Pt Suppl 1), jeb191890. https://doi.org/10.1242/jeb.191890
[5] Storey, K. B., & Storey, J. M. (2012). Insect cold hardiness: metabolic, gene, and protein adaptation. Canadian Journal of Zoology, 90(4), 456–475. https://doi.org/10.1139/z2012-011
[6] Storey, K. B., & Storey, J. M. (2013). Molecular Biology of Freezing Tolerance Comprehensive Physiology3(3), 1283–1308. https://doi.org/10.1002/cphy.c130007
[7] Storey, J. M., Wu, S., & Storey, K. B. (2021). Mitochondria and the Frozen Frog. Antioxidants, 10(4), 543. https://doi.org/10.3390/antiox10040543
[8] Tattersall, G. J., & Ultsch, G. R. (2008). Physiological Ecology of Aquatic Overwintering in Ranid Frogs. Biological Reviews, 83(2), 119–140. https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2008.00035.x
[9] Costanzo, J. P., Grenot, C., & Lee, R. E. (1995). Supercooling, ice inoculation and freeze tolerance in the European common lizard, Lacerta vivipara. Journal of Comparative Physiology B, 165(3), 238–244. https://doi.org/10.1007/BF00260815
[10] Storey, K. B., & Storey, J. M. (2017). Molecular Physiology of Freeze Tolerance In Vertebrates. Physiological Reviews, 97(2), 623–665. https://doi.org/10.1152/physrev.00016.2016
[11] John Arthur Thomson, The Study of Animal Life, BiblioLife Press, 2008 s. 254.
[12] Ax, Peter., Multicellular Animals, Springer, 2003 s. 217–219.

SEASONAL ADAPTATİON OF ORGANİSMS İN WİLD ECOLOGY

Mete TURKOGLU[1]*, Nargiz HUSEYNOVA[2]*

*[1]Igdir University Technical Vocational School, Department of Hunting and Wildlife Igdir/ Turkey
*[2]Assistant Azerbaijan State Agrarian University, Ganja, Azerbaijan

ORCID 0000-0001-8045-5889, mbt.turkoglu@gmail.com

ORCID 0009-0005-2992-237X, nargizaliyeva029@gmail.com

ABSTRACT
Wild ecology examines the interactions of all organisms with their environment and the effects of these interactions on the ecosystem. Organisms have developed extraordinary adaptive abilities to respond to environmental changes. One of these adaptations is seasonal adjustment. Changes in temperature, water, food, and other environmental factors throughout the year shape the survival strategies of wildlife. These strategies are of vital importance, especially for species sensitive to seasonal changes. Organisms adapt to physical environmental conditions to survive. Particularly, changes in ambient temperature directly affect their feeding, reproduction, development, and morphology. Extreme temperature fluctuations can be lethal, especially for cold-blooded animals. Terrestrial ectotherms have developed various behavioral, physiological, and biochemical adaptations to survive temperatures below the freezing point. Some of these species migrate to avoid cold conditions or enter hibernation or aestivation by hiding in water or soil.
Keywords: wild ecology, adaptation, seasonal adaptation, cold-blooded animals

YABANI EKOLOGİYADA CANLILARIN MÖVSÜMİ UYĞUNLAŞMASI

Mete TÜRKOĞLU[1]*, Nərgiz HUSEYNOVA[2]*

*[1]Iğdır Universiteti Texniki Peşə Məktəbi, Ovçuluq və Vəhşi Təbiət Bölümü Iğdır/ Türkiye
*[2]Azərbaycan Dövlət Aqrar Universitetinin assistenti, Gəncə, Azərbaycan

[1]ORCID 0000-0001-8045-5889, mbt.turkoglu@gmail.com
[2]ORCID 0009-0005-2992-237X, nargizaliyeva029@gmail.com

XÜLASƏ
Yabanı ekologiya təbiətdəki bütün orqanizmlərin ətraf mühitlə qarşılıqlı əlaqəsini və bu qarşılıqlı təsirlərin ekosistemə təsirini öyrənir. Canlılar ətraf mühitdəki dəyişikliklərə qeyri-adi uyğunlaşma qabiliyyətləri inkişaf etdirmişlər. Bu uyğunlaşmalardan biri də mövsümi uyğunlaşmadır. İlin müxtəlif vaxtlarında temperaturun, suyun, qida maddələrinin və digər ekoloji amillərin dəyişməsi vəhşi təbiətin sağ qalma tərzini formalaşdırır. Bu yollar mövsüm dəyişikliklərinə xüsusilə həssas olan növlərin sağ qalması üçün həyati əhəmiyyət kəsb edir. Orqanizmlər yaşamaq üçün fiziki mühit şəraitinə uyğunlaşırlar. Xüsusilə, ətraf mühitin temperaturunun dəyişməsi canlıların qidalanmasına, çoxalmasına, inkişafına və morfologiyasına birbaşa təsir göstərir. Həddindən artıq temperatur dalğalanmaları, xüsusilə soyuqqanlı heyvanlar üçün ölümcül ola bilər. Quruda yaşayan soyuqqanlı heyvanlar təbiətdəki soyuq havalarda sağ qalmaq üçün müxtəlif davranış, fizioloji və biokimyəvi uyğunlaşma formalarını inkişaf etdirmişlər. Bu növlərdən bəziləri soyuq şəraitdən qaçmaq və ya suda və ya yeraltı qış yuxusuna getmək və ya qışlamaq üçün köç edir.
Açar sözlər: Yabanı ekologiya, uyğunlaşma, mövsümi uyğunlaşma, soyuqqanlı heyvanlar

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1480

DAĞLIQ- ŞİRVANDA DƏMYƏ ŞƏRAİTİNDƏ BUĞDA DƏNİNİNKEYFİYYƏT GÖSTƏRİCİLƏRİNİN TƏDQİQİ

İslamzadə Rəhilə[1], Qəribova Samirə[2]

[1]*Sumqayıt Dövlət Universiteti, a.ü.f.d.,baş müəllim*
[2]*Əkinçilik Elmi-Tədqiqat İnstitutu, doktorant*
qaribovasamira8@gmail.com

Xülasə.
Qlobal iqlim dəyişikliyi şəraitində taxıl məhsuldarlığının və dənin keyfiyyət göstəricilərinin Azərbaycanın kəskin fərqlənən torpaq-iqlim şəraitlərində öyrənilməsi vacib məsələlərdəndir. Məhsuldarlığın və dənin keyfiyyət göstəricilərinin genotipdən, gübrə normalarından, torpaq-iqlim şəraitindən asılılığının öyrənilməsi istiqamətində önəmli tədqiqatlar aparılmışdır. Tarla təcrübələri İsmayıllı rayonu Diyallı kəndində Qobustan yumşaq buğda sortu ilə aparılaraq dəmyə şəraitində buğda dəninin keyfiyyət göstəricilərinin torpaq-iqlim şəraitindən və mineral gübrə normalarından asılılığı öyrənilmişdir.
Açar sözlər: iqlim şəraiti, torpaq, kleykovina, zülal

Giriş.

Taxıl məhsuldarlığı və dənin keyfiyyət göstəriciləri genotipdən – sortun adaptivliyindən, biotik və abiotik mühit faktorlarının təsirindən, torpağın münbitliyindən – üzvi və mineral maddələrlə təmin olunmasından, həmçinin torpaq-iqlim və becərilmə şəraitindən asılıdır. Azərbaycanın kəskin fərqlənən torpaq-iqlim şəraitlərində bərk (Triticum durum Desf.) və yumşaq buğda (Triticum aestivum L.) sortlarının məhsuldarlığının və dənin keyfiyyət göstəricilərinin yüksəldilməsi əhalinin ərzaqlıq buğda ilə təminatının əsas zəminidir [8].

Taxılçılığı inkişaf etdirmək Azərbaycanın kənd təsərrüfatı qarşısında duran ən mühüm vəzifələrdən biridir. Həmçinin ən mühüm məsələlərdən biri yüksək məhsuldrlıqla bərabər dənin keyfiyyətini yüksəltmək və stabil saxlamaq aktual problemlərdəndir.

Dənin əsas keyfiyyət göstəriciləri onun fiziki, biokimyəvi, texnoloji xüsusiyyətləri ilə səciyyələnir. Dənin fiziki göstəricilərinə dənin iriliyi, forması, rəngi, şüşəvariliyi və ya dənin bərkliyi, eyni cinsliliyi, texnoloji xüsusiyyətlərinə 1000 dənin kütləsi, natura kütləsi, un çıxımı, xəmirin reoloji xüsusiyyətləri, çörəkbişirmə keyfiyyəti və s. aid edilir [9].

Tədqiqatın əsas məqsədi qlobal iqlim dəyişikliyi dövründə dəmyə şəraitində buğda dəninin keyfiyyət göstəricilərinin mineral gübrə normalarından asılı olaraq tədqiqi və optimal variantın seçilməsidir.

Material və metodika.

Tarla təcrübələri İsmayıllı rayonu Diyallı kəndində Qobustan yumşaq buğda sortu ilə 50 m^2 olmaqla 4 təkrarda və 4 variantda aparılmışdır. Səpin oktyabr ayının II ongünlüyündə edilmişdir.



Şəkil 1. Təcrübə sahəsi

Tədqiqatın sxemi aşağıda göstərilmişdir:

1. Nəzarət
2. $N_{60}P_{40}K_{40}$
3. $N_{90}P_{60}K_{60}$
4. $N_{120}P_{80}K_{60}$

Təcrübədə ammonium şorasından (təsiredici maddə-34%), sadə Superfosfatdan (təsiredici fosfor-20,5%), kalium-sulfatdan (təsiredici kalium-46,0%), istifadə edilmişdir. Səpin norması dəmyə şəraitində hektara 200 kg toxum hesabı ilə aparılmışdır. Fosfor, kalium illik norması səpinqabağı becərmədə, azotun isə illik normasının 30%-i səpinqabağı becərmədə, qalan 70% isə erkən yazda yemləmə şəklində verilmişdir.

Torpaq Analiz Metodları

- Metal elementlərini təyin etmək üçün AAS avadanlığından istifadə edilib [1-6]
- Anionlar analizi üçün Spektrofotometr SPECORD 205 avadanlığından istifadə olunub
- pH və EC elektrodlu portativ avadanlıqlar vasitəsi ilə analiz edilib
- Karbonatlar və Xloridlər titrimetrik metodla analiz edilib
- Ekstraksiya prosesi:

Analizlər	Ekstraksiya metodları
pH, EC, Cl	Saturation
SO_4	Water extraction
NO_3, NH_4	2M KCl
Ca, Mg, K, Na	Mehlich 3
Fe, B, Mn, Cu, Zn, Mo and P	Mehlich 3
SAR, ESP and CEC	Calculation

Nəticələr və müzakirəsi. Analiz nəticələrindən məlum olmuşdur ki, tədqiqat aparılan torpaqların şum qatında pH göstəricisi 7.1-7.4 arasında dəyişir. Elektrik keçiriciliyi 0.16-0.25mS/Cm, Humusun miqdarı 2.5-4.4%, $CaCO_3$ miqdarı 2.0-20% arasında dəyişdiyi müşahidə edilmişdir.

Cədvəl 1. Tədqiqat aparılan ərazinin əsas aqrokimyəvi göstəriciləri

Nümunə adı	pH	EC, mS/Cm	Humus, %	$CaCO_3$, %
40°44'46.84"N 48°13'26.16"E	7,3	0,16	3,7	18
40°44'58.80"N 48°13'24.35"E	7,3	0,17	3,5	11
40°45'0.60"N 48°13'12.07"E	7,4	0,20	3,3	20
40°44'47.13"N 48°13'3.72"E	7,4	0,20	2,5	12
40°44'50.24"N 48°13'15.63"E	7,3	0,25	3,5	13
40°44'40.50"N 48°13'15.75"E	7,3	0,18	3,3	6,2
40°45'33.52"N 48°12'10.59"E	7,1	0,20	4,4	12
40°45'17.48"N 48°12'14.82"E	7,3	0,17	4,2	2,0

Bütün nöqtələr və dərinliklər üzrə pH 7,3 – 7,4 olması fosfor elementinin və mikroelementlərin mənimsənilməsinə maneə törədəcək. Elektrik keçiriciliyi norma çərçivəsindədir (bax cədvəl 2). Qida maddələrinin mənimsənilməsinə maneə törətmir. Bütün nöqtə və dərinliklər üzrə azotun və fosforun miqdarı normadan aşağıdır. Yüksək pH fosfor elementinin mənimsənilməsinə manea törədir. Kalsium karbonatın miqdarı normadan yüksəkdir (cədvəl 2).

Cədvəl 2. Torpaq duzluluğunun klassifikasiya cədvəli:

Parametrlər	Normal	Duzlu	Sodik (Natriumlu)	Duzlu-sodik
EC (mS/Cm)	<4	>4	<4	>4
ESP	<15	<15	>15	>15
SAR	<13	<13	>13	>13

Bütün nöqtə və dərinliklər üzrə natriumun miqdarı normadan yüksəkdir. Kalsium (Ca) elementinin artıq olma səbəbi ilə bitki məhsuldarlığına təsiri azdır. SAR və ESP göstəriciləri norma çərçivəsindədir.

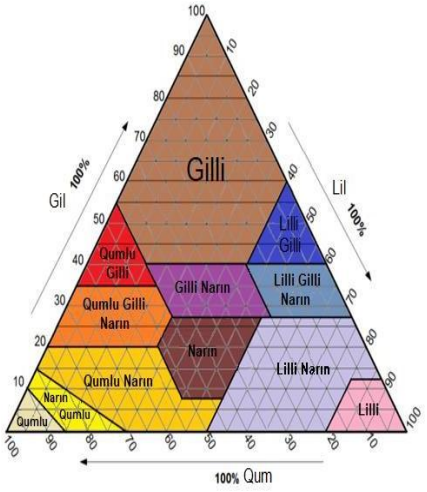
Torpaq digər makro və mikroelementlərlə zəngindir. Molibden (Mo) elementi aşkar edilməmişdir. Dəqiq göstəricilər üçün elementlərin normativ cədvəli aşağıda göstərilmişdir (cədvəl 3).

Cədvəl 3. Makro və mikroelementlərin miqdarı

Nümunə adı	mg/kg													-		%	meq/100g
	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	SO_4	Fe	B	Cu	Zn	Mn	Mo	SAR	ESP	CEC
40°44'46.84"N 48°13'26.16"E	5,3	0,4	209	21350	370	250	16	316	115	0,4	5,0	9,9	86	<0,1	0,5	1,0	111
40°44'58.80"N 48°13'24.35"E	9,7	0,4	300	13465	201	248	40	487	78	0,4	8,5	1,8	148	<0,1	0,6	1,5	71
40°45'0.60"N 48°13'12.07"E	8,6	3,1	338	23467	314	293	10	155	67	0,4	8,9	1,7	143	<0,1	0,5	1,0	122
40°44'47.13"N 48°13'3.72"E	12	0,4	233	20000	432	280	10	128	65	0,4	8,8	1,7	120	<0,1	0,5	1,2	105
40°44'50.24"N 48°13'15.63"E	18	0,4	196	28133	426	273	10	128	55	0,4	7,4	16	173	<0,1	0,4	0,8	146
40°44'40.50"N 48°13'15.75"E	5,7	0,4	128	23200	468	262	10	243	82	0,4	9,7	1,3	85	<0,1	0,5	0,9	121
40°45'33.52"N 48°12'10.59"E	8,8	0,4	273	17883	374	270	10	139	79	0,4	8,4	1,3	123	<0,1	0,5	1,2	94
40°45'17.48"N 48°12'14.82"E	7,7	0,4	220	5477	590	238	10	127	50	0,4	8,5	2,8	168	<0,1	0,8	3,1	34

Cədvəl 4. Təcrübə sahəsinin struktur analizi

Nümunə adı	Qum, 2.00 - 0.05 mm	Lil, 0.05 -0.002 mm	Gil, < 0.002 mm	Nəticə
40°44'46.84"N 48°13'26.16"E	30,00	53,87	16,13	lilli - narın
40°44'58.80"N 48°13'24.35"E	42,10	41,77	16,13	narın
40°45'0.60"N 48°13'12.07"E	30,00	57,90	12,10	lilli - narın
40°44'47.13"N 48°13'3.72"E	34,03	49,84	16,13	narın
40°44'50.24"N 48°13'15.63"E	46,13	37,74	16,13	narın
40°44'40.50"N 48°13'15.75"E	34,03	49,84	16,13	narın
40°45'33.52"N 48°12'10.59"E	47,58	32,26	20,16	narın
40°45'17.48"N 48°12'14.82"E	34,03	49,84	16,13	narın



Analiz nəticələrindən məlum olmuşdur ki, İsmayıllı rayonu, Diyallı kəndində təcrübə sahəsi torpaqlarının strukturası ərazi üzrə ümumilikdə lilli – narın və narın olaraq dəyişir (cədvəl 4). Lilli – narın və narın struktura gübrə mənimsənilməsinə və su keçiricilik qabiliyyətinə nisbi mənfi təsir, NARIN struktura gübrə mənimsənilməsinə və su keçiricilik qabiliyyətinə müsbət təsir göstərəcək.

Torpaq-iqlim şəraitinin "Qobustan" yumşaq buğda sortunun keyfiyyət göstəricilərinə təsiri müəyyənləşdirilərkən məlum olmuşdur ki, Lilli-narın və narın struktura malik torpaqlardan

zülalın və kleykovinanın miqdarı nəzarət variantında müvafiq olaraq 12,61% və 22,16%, gübrələrin norma və nisbətlərindən asılı olaraq 12,75% və 30,77% olmuşdur. Ən yüksək göstərici $N_{90}P_{60}K_{60}$ və $N_{120}P_{80}K_{60}$ gübrə normasında zülal 12,72-13,97%, kleykovina 23,83- 30,77% alınmışdır. $N_{120}P_{80}K_{60}$ qida rejimində 1000 dənin kütləsi 36,5 g, şüşəvarilik 37,0%, dənin natura kütləsi 745 q/l, un çıxımı 660 q, sedimentasiya 37,0 ml müşahidə edilmişdir.

Nəticə

Dağlıq Şirvanın dəmyə şəraitində aparılan tədqiqatlardan məlum olmuşdur ki, Qobustan yumşaq buğda sortunun keyfiyyət göstəriciləri torpaq-iqlim şəraitindən, mineral gübrələrin norma və nisbətlərindən asılı olaraq dəyişmişdir. Ən yüksək nəticələr $N_{120}P_{80}K_{60}$ gübrə normasında əldə edilmişdir. Qlobal iqlim dəyişikliyi şəraitində davamlı kənd təsərrüfatı tədbirlərinin işlənib hazırlanması yüksək və keyfiyyətli məhsul əldə edilməsinə şərait yaradacaqdır.

Ədəbiyyat

1. Methods in Agricultural Chemical Analysis - A Practical Handbook - N. Faithfull (CABI, 2002) WW
2. J. Benton Jones, Jr., Ph.D., Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis
3. Agriculture handbook (United States. Department of Agriculture), no. 60. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. 1954
4. Soil Quality and Water Quality standards. İnternational Standard Organisation
5. Alcordo, I.S., Rechcigl, J.E.1993. Phosphogypsum in agriculture: A review. Advances in Agronomy. 49: 55–118.
6. Abrol, I.P., Yadav, J.S.P., Massoud, F.I. 1988. Salt-affected soils and their management. FAO Soils Bull. No:39.
7. Həsənova Q.M., Tələi C.M., Rüstəmov X.N. Yumşaq buğda sortlarının çörək keyfiyyətinə mühit amillərinin təsiri. AMEA-nın Xəbərləri (biol. və tibb elmləri). 2016;71(1):130-134 [Hasanova Q.M., Talai C.M., Rustamov X.N. Effect of environmental factors on bread quality of soft wheat varieties. AMEA-nın Khabarlari (Biologiya va Tibb elmlari) = Proceedings of ANAS (Biological and Medicinal Sciences). 2016;71(1):130-134 (in Azerbaijani)].
8. Musayev Ə.C., Hüseynov H.S., Məmmədov Z.A. Dənli taxıl bitkilərinin seleksiyası sahəsində tədqiqat işlərinə dair tarla təcrübələrinin metodikası. Bakı: Müəllim, 2008;88 [Musayev A.J., Huseynov H.S., Mammadov Z.A. Methodology of field experiments on research works in the field of selection of cereal crops. Baku, Muallim, 2008;88 (in Azerbaijani)].

INVESTİGATİON OF WHEAT GRAİN QUALİTY INDİCATORS UNDER DRYİNG CONDİTİONS İN THE MOUNTAİNOUS-SHİRVAN REGİON

İslamzade Rahila[1],Qaribova Samira[2]

[1]Sumgayit State University, Dr., Senior lecturer
[2]Research İnstitute of Crop Husbandry, doctoral student
qaribovasamira8@gmail.com

Abstract.
In the context of global climate change, studying the grain yield and quality indicators of cereal crops under the diverse soil-climate conditions of Azerbaijan is crucial. Significant research has been conducted to explore the dependence of yield and grain quality indicators on genotype,

fertilizer norms, and soil-climate conditions. Field experiments were conducted in Diyallı village of Ismayilli district with the Gobustan soft wheat variety, under rainfed conditions. The dependence of wheat grain quality indicators on soil-climatic conditions and mineral fertilizer norms was studied.

Keywords: climate conditions, soil, gluten, protein

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПШЕНИЧНОГО ЗЕРНА В УСЛОВИЯХ СУХОСТИ В ГОРНО-ШИРВАНСКОМ РЕГИОНЕ

Исламзаде Рахила[1], Гарибова Самира[2]

[1]Сумгайитский Государственный Университет, доктор наук, старший преподаватель
[2]Научно-Исследовательский Институт Растениеводства, аспирант
qaribovasamira8@gmail.com

Аннотация. В условиях глобальных климатических изменений, изучение урожайности и показателей качества зерна сельскохозяйственных культур в разнообразных почвенно-климатических условиях Азербайджана имеет большое значение. Проведены значительные исследования, направленные на изучение зависимости урожайности и показателей качества зерна от генотипа, норм применения удобрений и почвенно-климатических условий. Полевые эксперименты были проведены в селе Диалли Исмаиллинского района с сортом мягкой пшеницы "Гобустан" в условиях дождевого орошения. Изучена зависимость показателей качества зерна пшеницы от почвенно-климатических условий и норм внесения минеральных удобрений.

Ключевые слова: климатические условия, почва, клейковина, белок

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1486

FREE SETTLING OF PARTICLES IN HEAVY OIL

Sakit Rasulov[1], Gulshan Mustafayeva[2], Vafa Karimli[3], Nigar Abdullayeva[4], Mehri Nematova[5]

[1]- professor, Head of the Department “Industrial Safety and Labor Protection”, Azerbaijan State Oil and Industrial University, Baku, Azerbaijan, rasulovsakit@gmail.com, https:orcid.org/ 0000-0002-1548-3143]
2-associate professor, "Industrial Safety and Labor Protection", Azerbaijan State Oil and Industrial University, Baku, Azerbaijan, gulsen190777@gmail.com, https:orcid.org/0000-0001-7254-796X]
[2] – PhD, Lecturer of the Department “Industrial Safety and Labor Protection”, Azerbaijan State Oil and Industrial University, Baku, Azerbaijan, miracle1990@list.ru, https://orcid.org/0000-0002-7084-3404]
[3]- Lecturer of the Department “Industrial Safety and Labor Protection”, Azerbaijan State Oil and Industrial University, Baku, Azerbaijan, ngrabdullayeva@gmail.com, https:orcid.org/0009-0007-8253-2084]
[5] mehri.nematova81@gmail.com, https:orcid.org/0009-0002-3016-6485]

Abstract

In heavy crude oil, high viscosity exerts a large drag force on sand particles. In this paper, the influence of heavy oil viscosity on the natural settlement of sand is studied, and two models of settling velocity are established. These models have many practical applications such as calculating the time for sand to settle and designing separators and setting tanks. The generated water may originate from the water-bearing section of the reservoir or from water injected for secondary or tertiary oil recovery. Shear and pressure drop at well-head chokes and valves will readily spread out any type of water phase as long as it is coproduced. To visually observe and record the sand settlement process, transparent industrial white oil is used to simulate heavy oil in this study. The settling of individual particles of sand under the gravity force is experimentally studied, and drag coefficients are determined. Various models are used to predict drag coefficients of spherical and nonspherical particles, and predicted values are compared with experimental values. The results are analyzed to explore the influence of sand particle morphology on the prediction of drag coefficients. Two dimensionless settling velocity models are established and used to analyze the behavior of sand particles in heavy oil; the results prove the reliability and applicability of the settling velocity model. In this study, a nonspherical particle drag coefficient model has no advantage over a spherical particle drag coefficient model in terms of prediction accuracy. Thus, it is not necessary to consider the influence of sand particle morphology when making predictions of the characteristic parameters of sand sedimentation in heavy oil. An explicit settling velocity model is established on the basis of the Brown-Lawreye drag coefficient model, and its prediction accuracy is greater than 90% for the settlement velocity of sand in heavy oil.

***Keywords**: heavy oil, free settling, viscosity, newtonion fluid*

Introduction

Rheological models of viscous-plastic heavy oils are developed by taking into account a variety of experimental data. By adding new rheological models for viscous-plastic heavy oils, many of the current models can be made more general. The spectrum of rheological models for heavy oils is determined by the reported conditions for the creation of disordered structures in most of the oil flow [1]. A nonlinear equation for filtering in porous media for heavy oils is given,

which is based on the oil's effective viscosity, pressure gradient, shear stress, and a number of other parameters [3,4]. An analytical solution to this equation is proposed, and it is consistent with the experiment's findings. Numerous factors, including the oil's effective viscosity, pressure gradient, and shear stress, influence the nonlinear filtering equation for heavy oils in porous media. An analytical solution to this equation is proposed, and it is consistent with the experimental findings. Models for the drag coefficient and particle settling rate in heavy oils are suggested. Applied rheology challenges are taken into account in order to enhance the rheological properties of heavy oil during processing as a result of creating a recirculation scheme at an operating oil refining unit.

The motion of a single particle in a force field with a slow flow of the medium, taking into account the added mass, the weight force, corrected for the Archimedes force and the resistance force, is described by the Eq. (1)

$$\frac{dV_p}{dt} = \frac{\Delta\rho}{2\rho_d+\rho_c} g - \frac{3}{4} C_D \frac{\rho_c}{2\rho_d+\rho_c} |V_p - U|(V_p - U) \quad (1)$$

In the steady state, this equation for a Newtonian fluid, as a result of the balance of forces acting on a particle and for small numbers Re, is transformed into a simpler form:

$$\frac{4}{3}\pi a^3 \Delta\rho g = \rho c V_s^2 \pi a^2 C_D \quad (2)$$

From this equation provided that CD ¼ 24= Re we determine the deposition rate in small numbers Re_D <<1 in the form of the stokes model $V_s = \frac{1}{18}\frac{\rho a^2 g}{\eta_c}$

Figure 1 shows characteristic curves and experimental data on the settling rate. Given expressions for a non-Newtonian fluid are as follows

$$C_D = \frac{24}{2^n Re} X(n) \quad (3)$$

$$X(n) = 2^{n-1} 3^{\frac{n-3}{2}} \frac{13+4n-8n^2}{(2n+1)(n+2)} \text{ and } Re_t = \frac{a^n \rho_c V^{2-n}}{k_0} \quad (4)$$

Let us rewrite Eq. (2) for a power-law non-Newtonian fluid, it will be represented as:

$$\frac{4}{3}\frac{a\Delta\rho}{\rho_c}\frac{Re}{24X_n} = V_s^2 \quad (5)$$

$$X_n = 2^{-1} 3^{\frac{n-3}{2}\frac{13+4n-8n^2}{(2n+1)(n+2)}}$$

Transforming Eq. (4), we finally obtain an expression for the settling rate of a single solid particle in a non-Newtonian fluid flow.

$$V_s = \left(\frac{1}{18}\frac{\Delta\rho g}{k_0 X_n}\right)^{1/n} a^{(n+1)/n} \quad (6)$$

It should be noted that if n =1, then Xn= 1 and expression (5) also turns into the Stokes equation for the deposition of a solid particle in a Newtonian fluid at small numbers Re.

$$V_s = \frac{1}{18}\frac{\Delta\rho g a^2}{\eta_c} \quad (7)$$

Experimental part

Obviously, an important role in the migration and sedimentation of particles belongs to the resistance forces, depending on the number Re_d=Ua/νc , shape and size of particles, on the physicochemical properties of particles, and the medium. Numerical calculations using the above formulas show that for fine-dispersed particles of asphaltenes and paraffins, with increasing particle size, the degree of

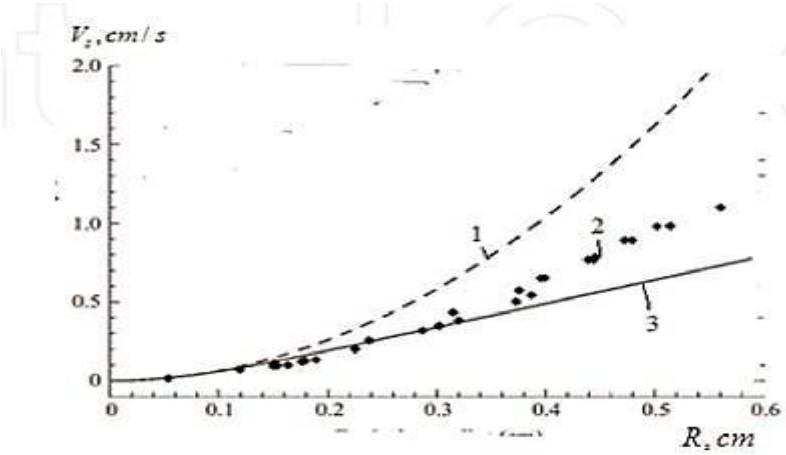


Figure 1. Settling velocity profiles depending on particle radius: 1 - Hadamard-Rybczynski equation, 2 - experiment, and 3 - Eq. (7).

Entrainment of particles by a pulsating medium decrease, and fine-dispersed particles react to turbulent pulsations of the medium, perform under their influence a pulsating motion relative to the moles of the carrier phase and random motion in all directions due to turbulent diffusion. These parameters are very important factors that determine the degree of migration and settling of particles in a turbulent flow. It should be noted that for Stokes spherical solid particles at $Re_d<1$

$$V_s = \tau_p g \tag{8}$$

For a viscous-plastic fluid obeying the Ostwald–de Ville model $\tau = \eta_c \dot{\gamma}^n$

Eq. (8) can be written as:

$$V_s = \frac{1}{18}\frac{\Delta\rho g a^2}{\tau/\dot{\gamma}^n} \tag{9}$$

with a relaxation time equal to

$$\tau_p = \frac{\rho_d a^2 \dot{\gamma}^n}{18\tau} \tag{10}$$

For a viscous flow of a power-law fluid, we obtain the expression for the relaxation time in the form:

$$\tau_p = \left(\frac{1}{18}\frac{\Delta\rho g}{k_0 X_n}\right)^{1/n} a^{(n+1)/n} \tag{11}$$

Results and discussion

Using the experimental data for the deposition of glass particles in a nonNewtonian liquid [1], it can be noted that the deposition rate dependence is linear only at low shear rates. A somewhat different formula for the deposition of single particles in a nonNewtonian liquid was proposed in Ref. [2-3], which can be obtained from (11) at X_n =2- n, 0,4<n<1.2

$$V_p = \left(\frac{\Delta\rho g}{18k_0(2-n)}\right)^{1/n} a^{\frac{n+1}{n}} \tag{12}$$

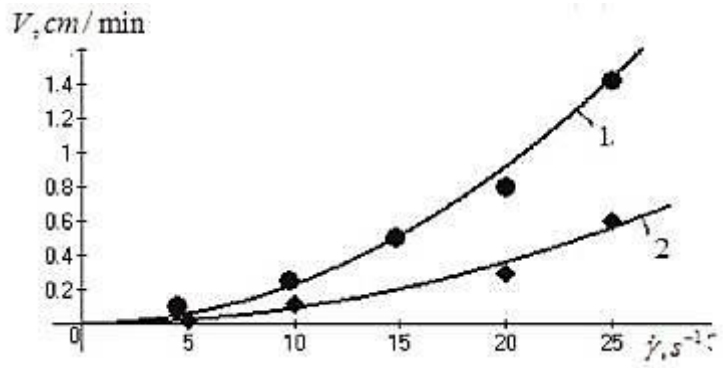


Figure 2. Dependence of the particle settling rate in a non-Newtonian liquid on stress and shear rate for particles of size

$a = 275\mu m$, 1-$\tau = 8.5Pa$, 2-$\tau = 15Pa$

Using experimental data on the settling of solid particles in a non-Newtonian fluid [4] in Figure 19 shows a comparative characteristic according to the model (8). For large numbers of Re, expression (2) can be written as:

$$Re^2 C_D^{2-n}(n, Re) = \left(\frac{8}{3}\Delta\rho g\right)^{2-n} \rho_C^n \frac{a^{n+2}}{k^2} \qquad (13)$$

Expression (13) does not allow an analytical determination of the settling rate and is solved only numerically.

During the flow of heavy oil, asphalt-resinous substances and particles of the solid phase are deposited on the inner surface of the pipes. As a result of the deposition of particles on the surface of the pipe, a layer of deposits is formed, which continuously grows and is compacted by the normal component of pressure. The quantitative content of asphaltenes and resins, due to their high energy of adhesion and cohesion, significantly affect the rheological properties of heavy oils and the formation of a dense layer on the surface. The high ability to form coagulation structures and aggregates contributes to the deterioration of the hydrodynamic characteristics of the flow of non-Newtonian oils up to zero flow velocity due to an increase in the effective viscosity of the medium. The mechanism of sedimentation of particles from heavy oil can be carried out by diffusion (for a vertical surface), gravitation (for a horizontal surface), and diffusion-gravitational way. The formation of a dense layer on the inner surface of the pipe has a significant effect on the transfer of mass and heat, and on the hydrodynamics and rheological structure of the flow.

Conclusion

Analysis and discussion of results the main problem of the rheology of heavy oils is the study of the regularity of their behavior under the action of external deforming stresses, taking into account their structure. At the same time, the processes associated with irreversible residual deformations and the flow of various viscous and plastic materials, as well as the phenomena of relaxation of heavy oils, allow us to study the fundamental properties of oil disperse systems characterized by shear stress, effective viscosity, corresponding to a certain disordered structure of the system. The effective viscosity of non-newtonian oils depends on temperature and pressure, as well as on the shear strain rate, the properties of the disordered structure, the content of asphalt-resin substances and the concentration of the dispersed phase, and determines the degree of oil transportability during its extraction and processing.

References

1. Kelbaliyev G.I, Tagiyev D.B, Rasulov S.R. Transport Phenomena in Dispersed Media. Taylor and Francis Group: CRC Press Boca Raton-London-New York; 2019. p. 434
2. Kelbaliyev G.I, Tagiyev D.B, Manafov M.R. Rheology of structured oil emulsion, in book: nano- and micro- encapsulation - techniques and applications. London: IntechOpen. 2021:1-38. DOI: 10.5772/ intechopen.92770
3. Келбалиев Г.И., Тагиев Д.Б., Расулов С.Р., Мустафаева Г.Р., Керимли В.И.// Реология структурированных нефтяных дисперсных систем / Теоретические основы химической технологии, – 2017. том 51, № 5, – с. 582-588.
4. Manafov M.R., Aliyev G.S., Rustamova A.I, Kerimli V.I. Analysis of the current state of research of the deposition of asphalt-resinous substances, paraffin, and modeling methods. Review part II: wax deposition / Azerbaijan Chemical Journal, 2021, № 2, p.13-23
5. Kelbaliyev G.I., Karimli V.I., Huseynov G.N. Modeling of the processes of separation oil emulsions //Azerbaijan Chemical Journal, – 2019. № 2, – p.15-22.
6. Kelbaliyev G.I., Tagiyev D.B., Rasulov S.R. Structurization and effective viscosity of a non-Newtonian oil// J. Eng. Phys. Thermophys, 96, №1, pp.55–63 2023, doi:10.1007/s10891-023-02661-9.

AĞIR NEFTLƏRDƏ HİSSƏCİKLƏRİN SƏRBƏST ÇÖKMƏSİ

Sakit Rəsulov, Gülşən Mustafayeva, Vəfa Kərimli, Nigar Abdullayeva

[Sakit Rəsulov - professor, “Sənaye təhlükəsizliyi və əməyin mühafizəsi” kafedrasının müdiri, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan, rasulovsakit@gmail.com, https:orcid.org/0000-0002-1548-3143]
Gülşən Mustafayeva - dosent, “Sənaye Təhlükəsizliyi və Əməyin Mühafizəsi”, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan, gulsen190777@gmail.com, https:orcid.org/0000-0001-7254-796X]
[Vəfa Kərimli– texn. üzrə fəls. doktoru, müəllim, Sənaye təhlükəsizliyi və əməyin mühafizəsi, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan, miracle1990@list.ru, https://orcid.org/0000-0002-7084-3404]
[Nigar Abdullayeva - müəllim, Sənaye təhlükəsizliyi və əməyin mühafizəsi, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan, ngrabdullayeva@gmail.com, https:orcid.org/0009-0007-8253-2084]

Neft dispers sistemləri və ya qeyri-nyuton neftləri daşıyıcı fazanın - maye neftin və müxtəlif çox saylı hissəciklərdən və aqreqat hallarından ibarət olan dispers fazanın birləşməsidir. Neftin dispers fazasına su damcıları, qaz qabarcıqları, bərk hissəciklər (qum, gil) kimi makrohissəciklər və neftdə həll olunan mikrohissəciklər - asfaltenlər, qatranlar, aşağı temperaturda parafin kristalları daxildir. Neft dispers sisteminin fiziki vəziyyəti dispers fazanın kəmiyyət tərkibi və müxtəlif tipli və təbiətli hissəciklərin ölçüsü, həmçinin çökmə şəraiti və aqreqativ sabitlik ilə müəyyən edilir. Dispers fazanın yüksək qatılıqlarında neft dispers sistemləri fəzada belə bir sistemin hərəkətini çətinləşdirən müxtəlif koalessensiya strukturlarının və aqreqatlarının əmələ gəlməsinə meyillidir. Qeyri-Nyuton neftinin reoloji parametrləri sistemin müəyyən nizamsız strukturuna uyğun gələn sürüşmə gərginliyini, effektiv özlülük ilə xarakterizə olunan dispers sistemlərin fundamental xassələrini öyrənməyə imkan verir. Qeyri-Nyuton neftlərinin reoloji modelləri mühitin özlülüyü və ya uyğunluğu vasitəsilə sürüşmə gərginliyini sürüşmə sürəti ilə əlaqələndirir. Qeyri-Nyuton nefti üçün bu asılılıq əksər hallarda qeyri-xətti xarakter daşıyır və hal-hazırda təcrübi məlumatlara əsaslanan empirik və ya yarımempirik üsulla alınan belə asılılıqlar çoxdur. Qeyri-Nyuton nefti özlü-plastik mayelər sinfinə aiddir. Reoloji modellərin belə müxtəlifliyi hissəciklərin qarşılıqlı təsiri nəticəsində müxtəlif nizamsız strukturların əmələ gəlməsi ilə müəyyən edilir.

Açar sözlər: *ağır neftlər, sərbəst çökmə, özlülük, nyuton mayesi*

СВОБОДНОЕ ОСАЖДЕНИЕ ЧАСТИЦ В ТЯЖЕЛОЙ НЕФТИ

Сакит Расулов, Гюльшен Мустафаева Вафа Керимли, Нигяр Абдуллаева, Мехри Нематова

[Сакит Расулов - профессор, заведующий кафедрой «Промышленная безопасность и охрана труда», Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан, rasulovsakit@gmail.com, https://orcid/org/0000-0002-1548-3143]
Гюльшен Мустафаева - доцент кафедры «Промышленная безопасность и охрана труда», Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан, gulsen190777@gmail.com, https:orcid.org/0000-0001-7254-796X]
[Вафа Керимли - доктор философии по технике, преподаватель кафедры «Промышленная безопасность и охрана труда», Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан, miracle1990@list.ru, https://orcid.org/0000-0002-7084-3404]
[Нигяр Абдуллаева - преподаватель кафедры «Промышленная безопасность и охрана труда», Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан, ngrabdullayeva@gmail.com, https:orcid.org/0009-0007-8253-2084]
mehri.nematova81@gmail.com, https:orcid.org/0009-0002-3016-6485]

В тяжелой сырой нефти высокая вязкость оказывает большое тяговое усилие на частицы песка. В этой статье изучается влияние вязкости тяжелой нефти на естественное осаждение песка, и устанавливаются две модели скорости осаждения. Эти модели имеют множество практических применений, таких как расчет времени осаждения песка и проектирование сепараторов и отстойников. Образующаяся вода может происходить из водоносной части резервуара или из воды, закачиваемой для вторичной или третичной добычи нефти. Сдвиг и падение давления на штуцерах и клапанах устья скважины легко распространят любую фазу воды, если она является сопутствующей. Для визуального наблюдения и регистрации процесса осаждения песка в этом исследовании используется прозрачное промышленное белое масло для имитации тяжелой нефти. Экспериментально изучается осаждение отдельных частиц песка под действием силы тяжести и определяются коэффициенты сопротивления. Различные модели используются для прогнозирования коэффициентов сопротивления сферических и несферических частиц, а прогнозируемые значения сравниваются с экспериментальными значениями. Результаты анализируются для изучения влияния морфологии частиц песка на прогнозирование коэффициентов сопротивления.

Ключевые слова: *тяжелые нефти, свободное осаждение, вязкость, ньютоновская жидкость.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1492

WHEAT PHYTONEMATODES AND THEİR İMPACTON PRODUCT QUALİTY İN AZERBAİJAN

N.M.Rzayev[1], G.T.Huseynova[2]

[1]Institute of Zoology of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, AZE 1073, Baku, passage 1128, 504, Department of Parasitology , Researcher, namigrza@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-8957-2213, mob:+994503567861

[2]Azerbaijan State Oil and Industry University, Dilara Aliyeva, Baku, Nasimi, AZ1010, Department "Technology of Organic Substances and High-Molecular Compounds", Teacher, E-mail: gulnara.huseynova@asoiu.edu.az, https://orcid.org/0009-0009-5314-8360, mob: +994504188588

Summary

Wheat phytonematodes are a major threat to global wheat (*Triticum aestivum L.*) production, causing substantial yield losses and reduced grain quality. These microscopic parasitic nematodes affect wheat by attacking roots and seeds, impairing nutrient and water uptake, and facilitating secondary infections. Among the most economically significant species are *Heterodera avenae* (cereal cyst nematode), *Pratylenchus* spp. (root-lesion nematodes), and *Anguina tritici* (wheat seed gall nematode). Their impact on wheat production can be severe, leading to yield reductions of up to 50% and degrading grain quality through protein loss and mycotoxin accumulation.

In Azerbaijan, wheat is a crucial staple crop, but phytonematode infestations are increasingly affecting production. This study examines the most prevalent nematode species in Azerbaijani wheat fields and their effects on grain quality. *Heterodera avenae*, found in 55% of surveyed fields, caused the most significant yield reductions due to root damage. *Anguina tritici* was present in 40% of fields, forming galls in grains and reducing their viability, while *Pratylenchus* spp. was detected in 30% of samples, causing root necrosis and weakening plant health. The study also revealed that nematode-infested grains had lower protein content (15–20% reduction), increased mycotoxin contamination from fungal infections, and poor baking quality.

Control strategies were assessed through field trials, with agronomic methods such as crop rotation and deep plowing reducing nematode populations by up to 50%. Biological control using *Pochonia chlamydosporia* and *Trichoderma* spp. showed promising results in suppressing *Heterodera avenae* and improving wheat resistance. Chemical nematicides effectively reduced nematode numbers but posed environmental risks and potential resistance concerns. The findings highlight the need for an integrated pest management (IPM) approach that combines agronomic, biological, and selective chemical methods to mitigate nematode damage and sustain wheat production in Azerbaijan.

Keywords:*Wheat (Triticum aestivum), Phytonematodes, Anguina tritici, Heterodera avenae, Pratylenchus spp., Grain Quality, Food Security, Azerbaijan, Biological Control, Sustainable Agriculture*

Introduction

Wheat phytonematodes, or plant-parasitic nematodes, represent a significant global threat to wheat (*Triticum aestivum L.*) production, leading to considerable yield losses and reduced grain quality. These microscopic roundworms invade wheat roots or seeds, disrupting nutrient and

water uptake, which results in stunted growth, chlorosis, and lower productivity (*Jones et al., 2013*). The most economically damaging nematodes include cereal cyst nematodes (*Heterodera* spp.), root-lesion nematodes (*Pratylenchus* spp.), and the wheat seed gall nematode (*Anguina tritici*) [6]. Among them, cereal cyst nematodes—particularly *Heterodera avenae*, *Heterodera filipjevi*, and *Heterodera latipons*—cause significant damage by forming cysts on wheat roots, impairing their function and reducing yield potential [9]. *Heterodera avenae* thrives in temperate wheat-growing regions, while *Heterodera filipjevi* is dominant in Eastern Europe and Central Asia, and *Heterodera latipons* is more common in the Mediterranean [7, 9]. Root-lesion nematodes, such as *Pratylenchus neglectus* and *Pratylenchus thornei*, are migratory endoparasites that create necrotic lesions on wheat roots, compromising plant vigor and yield [3]. Meanwhile, *Anguina tritici* induces gall formation in seeds, replacing healthy grains and sometimes leading to complete crop failure [5].

The economic impact of these nematodes is substantial, with yield losses ranging from 10–50% depending on the nematode species, environmental conditions, and wheat variety [6]. Additionally, nematode-induced damage often facilitates secondary infections by fungi, such as *Fusarium* and *Alternaria*, further degrading grain quality and increasing mycotoxin contamination [8]. Managing wheat phytonematodes requires an integrated approach, including crop rotation with non-host plants, the use of resistant wheat varieties, biological control with antagonistic fungi and bacteria (*Pochonia chlamydosporia*, *Pasteuria penetrans*) [4], and, in severe cases, chemical nematicides. However, chemical control is costly and poses environmental risks, making sustainable management strategies increasingly important [10].

In Azerbaijan, wheat is a fundamental staple crop and a key component of national food security. However, phytonematode infestations have become a growing concern, contributing to economic losses and declining grain quality. The country's wheat-producing regions, particularly the Absheron Peninsula, Ganja-Gazakh, and the Kur-Araz Lowland, face increasing pressure from these soilborne pests. Nematodes attack wheat root systems, leading to nutrient deficiencies, stunted growth, and reduced grain yield. Moreover, nematode-infested grains are more susceptible to fungal infections, leading to mycotoxin accumulation, reduced baking quality, and lower market value.

Despite their global significance, the specific prevalence and impact of wheat phytonematodes in Azerbaijan remain insufficiently studied. A detailed assessment of the dominant nematode species, their effects on wheat quality, and the effectiveness of various control strategies is necessary to develop sustainable management solutions. This study aims to:

- Identify the primary species of wheat phytonematodes present in Azerbaijan.
- Assess their impact on grain composition, flour quality, and end-product characteristics.
- Evaluate potential control strategies, including agronomic, biological, and chemical approaches, to minimize their adverse effects on wheat production.

Materials and methods

This study was conducted in key wheat-growing regions of Azerbaijan, including the Absheron Peninsula, Ganja-Gazakh, and the Kur-Araz Lowland. These areas were selected due to their significant contribution to national wheat production and their vulnerability to soilborne pathogens. Soil and root samples were collected from 30 wheat fields during the 2023 growing season. Nematodes were extracted using the modified Baermann funnel technique, and species identification was performed using morphological keys and molecular techniques, specifically

PCR analysis, to confirm their presence.

To determine the effects of nematodes on wheat quality, several parameters were analyzed. Protein content was measured using the Kjeldahl method to assess nutritional quality, while gluten strength was evaluated using a farinograph to determine baking properties. Mycotoxin contamination was analyzed using high-performance liquid chromatography (HPLC) to detect toxic metabolites resulting from secondary fungal infections. Additionally, sensory analysis was conducted on bread made from infected wheat to assess changes in taste, texture, and aroma.

Field trials were conducted to evaluate the effectiveness of different control strategies. Agronomic methods included crop rotation with legumes, deep plowing, and the application of green manure to suppress nematode populations. Biological methods involved the use of antagonistic fungi, such as Trichoderma spp. and Pochonia chlamydosporia, as well as bacteria like Pasteuria penetrans, known for their nematode-suppressive properties. Chemical control involved the targeted application of nematicides such as oxamyl and fenamiphos, used in limited quantities to minimize environmental risks while effectively reducing nematode populations.

Results

The study identified three major phytonematode species affecting wheat fields in Azerbaijan. *Anguina tritici*, the wheat seed gall nematode, was present in 40% of surveyed fields, causing gall formation in grains, which rendered them unfit for consumption and significantly reduced seed viability. *Heterodera avenae*, the cereal cyst nematode, was detected in 55% of fields and was responsible for up to 45% yield reductions due to severe root damage that impaired nutrient and water absorption. *Pratylenchus* spp., root lesion nematodes, were found in 30% of samples, causing necrotic lesions in wheat roots, which weakened plant health and increased susceptibility to secondary infections.

The impact of phytonematodes on grain quality was substantial. Protein content analysis revealed a 15–20% reduction in infected wheat, leading to lower gluten strength and diminished baking performance. Additionally, mycotoxin contamination was significantly higher in nematode-infested grains, as fungal pathogens such as *Fusarium* and *Alternaria* were more prevalent, resulting in mycotoxin levels exceeding safe consumption thresholds. Sensory analysis of bread produced from infected wheat showed clear organoleptic deterioration, with a bitter taste, an unpleasant odor, and a crumbly texture, reducing its commercial acceptability.

The effectiveness of various control strategies was evaluated in field trials. Agronomic methods, particularly crop rotation with legumes, resulted in a 50% reduction in nematode populations over two growing seasons, while deep plowing successfully disrupted overwintering cysts, decreasing infestation levels. Biological control methods showed promising results, with the application of *Pochonia chlamydosporia* leading to a 60% decline in *Heterodera avenae* populations, while *Trichoderma* spp. improved wheat resistance and yield. Chemical control using nematicides provided rapid suppression of nematodes but was associated with environmental risks and concerns about long-term resistance development, making it a less sustainable approach compared to agronomic and biological methods.

Discussion

The results indicate that wheat phytonematodes pose a severe threat to wheat production and product quality in Azerbaijan. The high prevalence of *Heterodera avenae* aligns with global trends, where cereal cyst nematodes are recognized as major yield-reducing pests. The observed

reductions in protein content and the increased risk of mycotoxin contamination highlight the urgent need for effective management strategies.

A comparison of control methods suggests that agronomic and biological approaches offer sustainable long-term solutions. While chemical nematicides provide immediate results, they pose risks of environmental contamination and nematode resistance. Biological control, particularly the use of antagonistic fungi and bacteria, demonstrated high effectiveness and should be integrated into Azerbaijani wheat production practices.

Future research should focus on breeding nematode-resistant wheat varieties and optimizing biological control methods tailored to local conditions. Additionally, education programs for farmers on sustainable nematode management and government policies promoting integrated pest control strategies will be essential for long-term success.

Conclusions

- Phytonematodes, particularly *Anguina tritici*, *Heterodera avenae*, and *Pratylenchus spp.*, are a significant threat to wheat production in Azerbaijan.
- These pests substantially reduce wheat grain quality, leading to lower protein content, gluten deterioration, and increased mycotoxin contamination.
- Integrated pest management (IPM) strategies, including crop rotation, biological control, and selective chemical applications, are essential for nematode suppression.
- Further research is needed to develop nematode-resistant wheat varieties and optimize eco-friendly control techniques.

By adopting a combination of agronomic, biological, and selective chemical measures, Azerbaijan can enhance wheat production and ensure food security while minimizing environmental risks.

References

[1] Bridge, J., & Starr, J.L. (2007). Plant nematodes and parasitic nematodes of crops. *CABI Publishing*.

[2] Eastwood, R.F., Lagudah, E.S., & Appels, R. (1998). Resistance to cereal cyst nematode (*Heterodera avenae*) in wheat: An update on genetics, gene tagging, and marker-assisted selection. *Australian Journal of Agricultural Research, 49*(4), 529-536.

[3] Jones, J.T., & Fosu-Nyarko, J. (2014). Molecular biology and genomics of plant parasitic nematodes. *Genome Biology, 15*(5), 1-14.

[4] Kerry, B.R. (2000). Rhizosphere interactions and the exploitation of microbial agents for the biological control of plant-parasitic nematodes. *Annual Review of Phytopathology, 38*, 423-441.

[5] McDonald, A.H., & Nicol, J.M. (2005). Nematode parasites of cereals. *CABI Publishing*.

[6] Nicol, J.M., & Rivoal, R. (2008). Global knowledge and its application for the integrated control and management of nematodes on wheat. In I. Ciancio & K. G. Mukerji (Eds.), *Integrated Management and Biocontrol of Vegetable and Grain Crops Nematodes* (pp. 251-294). Springer.

[7] Rivoal, R., & Cook, R. (1993). Nematode pests of cereals. *Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture* (pp. 259-303). CABI Publishing.

[8] Smiley, R.W., Nicol, J.M., & Yan, G.P. (2005). Cereal cyst nematodes: A complex and destructive group of *Heterodera* species. *Plant Disease, 89*(8), 811-819.

[9] Subbotin, S.A., Sturhan, D., Rumpenhorst, H.J., & Moens, M. (2003). Molecular and morphological characterisation of *Heterodera filipjevi* and *Heterodera latipons* from the former USSR. *Russian Journal of Nematology, 11*(1), 17-22.

[10] Whitehead, A.G. (1998). Plant nematode control. *CAB International Publishing*.

Buğda fitonematodları və onların Azərbaycanda məhsul keyfiyyətinə təsiri

N.M. Rzayev[1], G.T. Hüseynova[2]

[1]Azərbaycan Respublikasının Elm və Təhsil Nazirliyinin Zoologiya İnstitutu, AZE 1073, Bakı, keçid 1128, ev 504, Parazitologiya şöbəsi, elmi işçi, namigrza@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-8957-2213, mob: +994503567861

[2]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Dilarə Əliyeva küç., Bakı, Nəsimi rayonu, AZ1010, "Üzvi maddələrin və yüksək molekullu birləşmələrin texnologiyası" kafedrası, müəllim, gulnara.huseynova@asoiu.edu.az, https://orcid.org/0009-0009-5314-8360, mob: +994504188588

Xülasə

Buğda fitonematodları (Triticum aestivum L.) dünya üzrə buğda istehsalı üçün ciddi təhlükə törədir, məhsuldarlığın əhəmiyyətli dərəcədə azalmasına və dənin keyfiyyətinin pisləşməsinə səbəb olur. Bu mikroskopik parazitik nematodlar bitkinin kök və toxumlarına hücum edərək, su və qida maddələrinin sorulmasını pozur və ikinci dərəcəli infeksiyaların inkişafını sürətləndirir. Ən iqtisadi cəhətdən əhəmiyyətli növlərə Heterodera avenae (taxıl sist nematodu), Pratylenchus spp. (kök zədələyici nematodlar) və Anguina tritici (buğda toxumu şiş nematodu) aiddir. Onların təsiri məhsuldarlığın 50%-dək azalması və dənin protein tərkibinin zəifləməsi, mikotoksin yığılması ilə müşayiət olunur.

Azərbaycanda buğda əsas strateji ərzaq bitkisidir, lakin fitonematodların yayılması məhsul istehsalına artan təzyiq göstərir. Bu tədqiqatda Azərbaycanın buğda sahələrində rast gəlinən əsas nematod növləri və onların dənin keyfiyyətinə təsiri araşdırılmışdır. Tədqiq olunan sahələrin 55%-də müəyyən edilən Heterodera avenae, köklərə vurduğu zərər nəticəsində ən böyük məhsul itkisinə səbəb olmuşdur. Anguina tritici 40% sahədə aşkar edilərək dənlərdə şişlər əmələ gətirmiş və onların canlılığını azaldaraq keyfiyyətə mənfi təsir göstərmişdir. Pratylenchus spp. isə 30% nümunədə müəyyən edilmiş və kök nekrozu, bitki sağlamlığının zəifləməsi ilə nəticələnmişdir. Tədqiqat həmçinin göstərmişdir ki, nematodla yoluxmuş dənlərdə protein tərkibi 15–20% azalmış, mikotoksinlərlə çirklənmə artmış və bişirmə (çörəkbişirmə) keyfiyyəti pisləşmişdir.

Sahə sınaqları nəticəsində nəzarət strategiyaları qiymətləndirilmişdir. Aqronomik tədbirlər – əkin növbəliliyi və dərin şum nematod populyasiyasını 50%-dək azaltmışdır. Pochonia chlamydosporia və Trichoderma spp. kimi bioloji vasitələrlə Heterodera avenae-yə qarşı effektiv mübarizə və buğda müqavimətinin artırılması müşahidə olunmuşdur. Kimyəvi nematisidlər nematodların sayını əhəmiyyətli dərəcədə azaltsa da, ətraf mühit üçün risklər və davamlılıq problemləri yarada bilər. Araşdırma göstərir ki, nematodların zərərinin qarşısını almaq və Azərbaycanda buğda istehsalının davamlılığını təmin etmək üçün aqronomik, bioloji və seçilmiş kimyəvi vasitələrin birləşdirildiyi kompleks inteqrir zərərvericilərə qarşı mübarizə (İZM/IPM) yanaşması zəruridir.

Açar sözlər: Buğda (Triticum aestivum), fitonematodlar, Anguina tritici, Heterodera avenae, Pratylenchus spp., dən keyfiyyəti, qida təhlükəsizliyi, Azərbaycan, bioloji nəzarət, davamlı kənd təsərrüfatı

Фитонематоды пшеницы и их влияние на качество продукции в Азербайджане

Н.М. Рзаев[1], Г.Т. Гусейнова[2]

[1]Институт зоологии Министерства науки и образования Азербайджанской Республики, AZE 1073, Баку, проезд 1128, дом 504, отдел паразитологии, научный сотрудник, namigrza@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-8957-2213, моб.: +994503567861

[2]Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, ул. Диляры Алиевой, Баку, Насиминский р-н, AZ1010, кафедра «Технология органических веществ и высокомолекулярных соединений», преподаватель, gulnara.huseynova@asoiu.edu.az, https://orcid.org/0009-0009-5314-8360, моб.: +994504188588

Аннотация

Фитонематоды пшеницы (Triticum aestivum L.) представляют собой серьёзную угрозу для мирового производства пшеницы, вызывая значительное снижение урожайности и ухудшение качества зерна. Эти микроскопические паразитические нематоды поражают корни и семена, нарушают поступление воды и питательных веществ, способствуют развитию вторичных инфекций. Среди наиболее экономически значимых видов — Heterodera avenae (цистная нематода злаков), Pratylenchus spp. (корневые нематоды) и Anguina tritici (нематода шишек пшеницы). Их воздействие может снижать урожай до 50%, а также ухудшать качество зерна из-за потери белка и накопления микотоксинов.

В Азербайджане пшеница является основной продовольственной культурой, однако заражение полей фитонематодами оказывает растущее негативное влияние на производство. В данном исследовании рассмотрены наиболее распространённые виды нематод на пшеничных полях Азербайджана и их влияние на качество зерна. Heterodera avenae, обнаруженная на 55% обследованных полей, вызывала наибольшие потери урожая за счёт повреждения корней. Anguina tritici, выявленная на 40% участков, образовывала галлы в зерне, снижая его всхожесть и качество. Pratylenchus spp. была зафиксирована в 30% образцов и вызывала некроз корней, ухудшая общее состояние растений. Установлено, что зерно, заражённое нематодами, характеризовалось сниженным содержанием белка (на 15–20%), повышенной микотоксикологической загрязнённостью и низкими хлебопекарными свойствами.

Оценка стратегий борьбы показала, что агротехнические меры, такие как севооборот и глубокая вспашка, снижали численность нематод до 50%. Биологические методы с использованием Pochonia chlamydosporia и Trichoderma spp. демонстрировали перспективные результаты в подавлении Heterodera avenae и укреплении устойчивости пшеницы. Химические нематициды были эффективны, но несли экологические риски и угрозу формирования устойчивости. Полученные данные подчёркивают необходимость применения интегрированной системы борьбы (IPM), сочетающей агротехнические, биологические и избирательные химические методы для снижения вреда от нематод и обеспечения устойчивого производства пшеницы в Азербайджане.

Ключевые слова: Пшеница (Triticum aestivum), фитонематоды, Anguina tritici, Heterodera avenae, Pratylenchus spp., качество зерна, продовольственная безопасность, Азербайджан, биологическая защита, устойчивое сельское хозяйство

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1498

KÜR-ARAZ OVALIĞINDA XIRDA BUYNUZLU HEYVANLARIN HELMİNTOZ TÖRƏDİCİLƏRİNİN YAYILMASINA ƏTRAF MÜHİTİN TƏSİRİ VƏ QİDA TƏHLÜKƏSİZLİYİ

E.K.Aslanova[1], N.A.Həsənli[2], S.N.Məmmədhəsənova[3], T.İ.Budaqova[4]

[1]ARETN Zoologiya İnstitutu, AZ 1004, Azərbaycan Respublikası, Bakı ş., A.Abbaszadə küç., 1128 döngə, 504-cü məhəllə, Parazitologiya laboratoriyası, böyük elmi işçi, ORCID: 0009-0009-1361-0012, elnureaslanova757@gmail.com, mob: +994503258373
[2]ARETN Zoologiya İnstitutu, AZ 1004, Azərbaycan Respublikası, Bakı ş., A.Abbaszadə küç., 1128 döngə, 504-cü məhəllə, Parazitologiya laboratoriyası, elmi işçi, hesenli-nermin89@mail.ru
ORCID: 0009000705011643, mob: +994554333522
[3]ARETN Zoologiya İnstitutu, AZ 1004, Azərbaycan Respublikası, Bakı ş., A.Abbaszadə küç., 1128 döngə, 504-cü məhəllə, [1]Parazitologiya laboratoriyası, elmi işçi, suman.hesenova@mail.ru, ORCİD: 0009-0004-4829-0171, mob: +994558069973
[4]ARETN Zoologiya İnstitutu, AZ 1004, Azərbaycan Respublikası, Bakı ş., A.Abbaszadə küç., 1128 döngə, 504-cü məhəllə, [1]Parazitologiya laboratoriyası, kiçik elmi işçi, taranabudaqova@mail.ru, mob: +994553667051

Xülasə

Kür-Araz ovalığında xırda buynuzlu heyvanların helmintlərinin yayılmasına ətraf mühitin təsirini öyrənmək və onlardan ekoloji təmiz təhlükəsiz heyvandarlıq məhsulları almaq məqsədilə 2021-2023-cü illər ərzində 188 baş qoyun və 105 baş keçi tam olmayan helmintoloji yarma üsulu ilə tədqiq edilmişdir. Qoyunlarda 22 növ (4-trematod, 6-sestod, 12-nematod), keçilərdə isə 18 növ (4-trematod, 5-sestod, 9-nematod) helmint aşkar edilmişdir. Bunlardan 10 növü biohelmint, 12 növü isə geohelmintdir. Aşkar edilmiş bütün növlər landşaft-ekoloji zonalar üzrə yayılma dərəcəsinə görə təhlil edilmişdir. Məlum olmuşdur ki, başlıca helmintoz törədicilərinin yayılmasına ətraf mühit - biotik, abiotik və antropogen amillər birbaşa təsir edərək xırda buynuzlu heyvanlara iqtisadi cəhətdən ciddi zərər vurur. Belə ki, helmintozlarla yoluxma heyvanın təkcə ətinin keyfiyyətinə deyil, həmçinin digər heyvandarlıq məhsullarının (ət, süd və yun) kəmiyyət və keyfiyyətinin aşağı düşməsinə səbəb olmuşdur. Aşkar edilmiş növlər epidemioloji və epizootoloji cəhətdən təhlil edilmişdir.

Açar sözlər: *qoyun, keçi, helmintfauna, landşaft-ekoloji zonalar, biohelmint, geohelmint, epizootologiya, epidemiologiya*

Giriş

Azərbaycan dövlətinin əhalinin ərzaq məhsulları ilə təminatı strategiyasında qida təhlükəsizliyi olduqca mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Qida təhlükəsizliyi insan sağlamlığı, ətraf mühitin mühafizəsi sayəsində ciddi rol oynayır və milli genofondun qorunmasında, sağlam nəslin yetişdirilməsində əsas amillərdəndir.

Bu səbəbdən dövlətimiz öz sosial-iqtisadiyyatı sayəsində qida təhlükəsizliyini daim diqqət mərkəzində saxlayır, əhalinin sağlam qida məhsulları ilə təmin edilməsi məsələsini ən önəmli tədbirlər sırasına daxil edir.

Son zamanlar dünyada baş verən qlobal istiləşmə, iqlim dəyişikliyi, vəhşi heyvan növlərinin

nəslinin kəsilməsi və havanın çirklənməsi, hazırda ətraf mühitin mühüm problemləri, Azərbaycanda, həmçinin Kür-Araz ovalığında baş verən sosial-iqtisadi keçid dövrü insan və ev heyvanları arasında qarşılıqlı münasibətlərin dəyişməsinə səbəb olmuşdur.

Ölkədə aparılan torpaq islahatı ilə əlaqədar heyvandarlığın strukturunda mühüm dəyişikliklər baş vermişdir. Heyvandarlıq ekstensiv yolla, yəni mal-qaranın baş sayının artırılması hesabına inkişaf etmişdir. Gövşəyən ev heyvanlarının inkişafını təmin etmək və onlardan davamlı olaraq bol və keyfiyyətli ekoloji təmiz heyvandarlıq məhsulları almaq məqsədilə sağlam heyvandarlıq təsərrüfatları yaradılmışdır. Yeni yaradılmış təsərrüfatlarda bəzən baytarlıq nəzarəti zəif olduğından gövşəyən ev heyvanlaının inkişafına və məhsuldarlığına ciddi iqtisadi ziyan vuran helmintoz törədiciləri xeyli artmışdır.

Uzun illərin təcrübəsi göstərir ki, bir çox infeksion və invazion xəstəlik törədiciləri kənd təsərrüfatı heyvanlarına böyük iqtisadi zərər vurur. Helmintozlar təkcə ətin keyfiyyətinə deyil, həmçinin digər heyvandarlıq məhsullarının kəmiyyət və keyfiyyətinin də aşağı düşməsinə təsir göstərir. Helmintoz törədiciləri ilə intensiv yoluxma zamanı ev heyvanlarının ət, süd, yun məhsullarının keyfiyyəti pisləşir, hər il minlərlə ton ət və ət məhsulları zay olur və çıxdaş edilərək məhv edilir, hətta heyvanlar arasında kütləvi ölüm və qısırlıq halları baş verir [13].

Azərbaycanda xırda buynuzlu heyvanların helmintfaunasının bir sıra tədqiqatçılar tərəfindən öyrənilməsinə baxmayaraq Kür-Araz ovalığında bu sahədə tədqiqat işləri aparılmamışdır [1, 2, 3, 4 , 5, 6 ,8, 13].

Bunları nəzərə alaraq xırda buynuzlu heyvanlardan yüksək keyfiyyətli ekoloji təmiz ərzaq məhsulları almaq, sağlamlığına və məhsuldarlığına ciddi iqtisadi zərər vuran başlıca helmintoz törədicilərini aşkar etmək məqsədilə onların bir sıra infeksion və invazion xəstəlik törədicilərindən, xüsusilə helmintoz törədicilərindən qorunması müasir dövr üçün aktual olub elmi və praktiki əhəmiyyətə maikdir.

Material və metodlar

Kür-Araz ovalığının müxtəlif xarakterli landşaft-ekoloji zonalarından (düzənlik, dağətəyi, alçaq dağlıq) əldə edilmiş 188 baş qoyun, 105 baş keçi K.İ.Skryabinin tam olmayan helmintoloji yarma üsulu ilə tədqiq edilmişdir [11].

Toplanmış helmintoloji materiallardan trematodlar və sestodlar 70^0-li spirt məhlulunda, nematodlar isə Barbaqall məhlulunda fiksə edilmişdir. Aşkar edilmiş trematod və sestodların növ tərkibini təyin edərkən zəyli karminlə hazırlanmış preparatlardan, nematodların növ tərkibini təyin edərkən isə şəffaflaşdırıcı maddə kimi qliserin və süd turşusunun 1:1 nisbətində qarışığından istifadə edilmişdir.

Helmintlərin təyini müvafiq təyinat kitabları əsasında aparılmışdır [9].

Növləri təyin edərkən MBİ-6 və x20 x40 obyektivləri ilə böyüdülmüş Olympus mikroskoplarından istifadə edilmişdir.

Tədqiqatın nəticələri

Tədqiq edilmiş 188 baş qoyunda 22 növ (4 - trematod, 6 - sestod, 12 - nematod), 105 baş keçidə isə 18 növ (4 - trematod, 5 - sestod, 9 - nematod) helmint aşkar edilmişdir. İnkişaf dövriyyəsinə görə 10 növ biohelmint, 12 növ isə geohelmintdir (Cədvəl).

Cədvəl. Kür-Araz ovalığında xırda buynuzlu heyvanların helmint faunası

Helmint növləri	Qoyunlar	Keçilər
Trematodlar - Trematoda Rudolphi, 1808		
Fasciola hepatica L.,1758	+	+
F.gigantica (Cobbold,1856)	+	+
Dicrocoelium lanceatum Stiles et Hassal,1896	+	+
Paramphistomum cervi (Zeder,1790)	+	+
Sestodlar – CestodaRudolphi, 1808		
Moniezia expansa (Rudolphi,1810) Blanchard,1891	+	+
M.benedeni (Moniez,1879) Blanchard,1891	+	+
Cycticercus tenuicollis (Pallas,1766)	+	+
C.ovis Cobbold,1869	+	_
Coenurus cerebralis (Leske,1780)	+	+
Echinococcus granulosus (Batsch,1786)	+	+
Nematodlar – Nematoda, Rudolphi, 1808		
Chabertia ovina (Fabricius,1788) Railliet et Henry,1909	+	+
Trichostrongylus axei (Cobbold,1789) Railliet et Henry,1909	+	+
T.colubriformis (Giles,1892)	+	+
Ostertagia ostertagi (Stiles,1892), Ransom,1907	+	+
O.occidentalis Ransom,1907	+	+
Marshallagia marshalli Ransom,1907, Orloff,1933	+	+
Haemonchus contortus (Rudolphi,1803) Cobbold,1898	+	+
Nematodirus filicollis (Rudolphi,1802) Ransom,1907	+	_
Dictyocaulus filaria (Rudolphi,1809) Railliet et Henry,1907	+	+
Protostrongylus kochi (Schulz Orloff et Kutass,1933) Chitwood,1938	+	_
Muellerius capillaris (Mueller,1899) Cameron,1927	+	_
Trichocephalus ovis Abildgaard,1795	+	+
Cəmi:	22 növ	18 növ

Cədvəldən göründüyü kimi qoyunlar arasında helmintlər həm növ müxtəlifliyinə, həm də sayına görə nisbətən üstünlük təşkil edir. Buna səbəb qoyunşuluq təsərrüfatlarının çox olması, qoyunların qidalanma arealının daha geniş olması və qidalanma yerlərində qidasının tərkibinin müxtəlifliyidir.

Kür-Araz ovalığının landşaft-ekoloji şəraiti burada xırdabuynuzlu heyvanların əksər helmintoz törədicilərinin artması üçün çox əlverişli ərazi hesab olunur. Belə ki, müxtəlif xarakterli landşaft-ekoloji zonalarda helmintllərin növ müxtəlifliyi fərqli olub, orada mövcud olan biotik, abiotik və antropogen amillərin landşaftların strukturuna təsirindən asılıdır. Xırda buynuzlu heyvanlar sinantrop mühit və otlaq sahələrində helmintlərin inkişafı üçün əlverişli şərait olduqda digər tək və cütdırnaqlı məməliləri, vəhşi və əhli ətyeyən məməliləri, həmçinin insanları da yoluxdura bilirlər.

Tədqiqat zamanı 4 növ trematod aşkar edilmişdir ki, onların hamısı biohelmint olub inkişafı aralıq sahiblərin iştirakilə başa çatır. Trematodlardan *D.lanceatum* növünün geniş yayılmasının əsas səbəblərindən biri burada növün aralıq sahibi olan quru ilbizlərinin inkişafı və artıb çoxalması üçün əlverişli bitki örtüyünün və biotopların olmasıdır. Belə ki, heyvanlar otlaq sahələrində otlayan zaman bu növün aralıq sahibi olan quru ilbizlərini yemlə birlikdə udaraq

yoluxma baş verir. Fassilyoz və paramfistomotoz törədicilərinə əsasən durgun su hövzələrindən su içərkən və ya su bitkiləri ilə qidalanan zaman yoluxurlar. Bu ərazilərdə biotik amillərlə yanaşı həm də geniş su şəbəkəsi, xüsusilə Kür çayının sağ qolları və digər su hövzələri mövcuddur. Bu su şəbəkələrində növlərin aralıq sahibi olan şirinsu ilbizləri geniş yayıldığından qoyunlar su içən zaman fasiolyoz və paramfistomotoz törədicilərinin serkarilərini udur və nəticədə yoluxma baş verir.

Tədqiqat zamanı aşkar edilmiş 6 növ sestoddan *M.expansa* və *M.benedeni* növləri yetkin, *C.tenuicollis, C.ovis, Coenurus cerebralis* və *E.granulosus* növləri isə sürfə mərhələsində qeyd olunmuşdur. Qoyunlarda 6 növə, keçilərdə isə *Cycticercus ovis* növü istisna olmaqla, qalan sestod növlərinə rast gəlinib.

Xırda buynuzlu heyvanların monieziyarla yoluxması onların aralıq sahibi olan oribatid gənələrin təbiətdə çox geniş yayılmasıdır. Arx və çayların ətrafındakı otlaqlarda, çayətrafı çəmənliklərdə, fermaətrafı sahələrdə, habelə suvarılan otlaqlarda oribatid gənələrə külli miqdarda təsadüf edilir. Heyvanlar bu ərazilərdə otlayan zaman otla birlikdə yoluxmuş monieziya yumurtalarını udur və onların nazik bağırsağında həmin yumurtalardan sürfələr çıxır və inkişaf edərək yetkin mərhələyə çevrilirlər [5, 10].

Qoyun və keçilərdə aşkar edilmiş sestodlardan 4 növü Teniidae fəsiləsinə aiddir. Bu növlərin aralıq sahibləri qoyun, keçi və digər əhli və vəhşi otyeyən heyvanlar, axırıncı sahibləri isə əhli və vəhşi itkimilərdir. Təsərrüfatlarda heyvanların bu helmintoz törədicilərinə yoluxmasına əsas səbəb dehelmintizasiya edilməmiş çoban itləri və fermaətrafı sahibsiz səllimi itlərdir. Helmintoz törədicilərinin sinantrop mühitə ötürülməsində və onların insan və əhli cütdırnaqlı heyvanlar arasında yayılmasında əhli və vəhşi məməlilər mühüm rol oynayırlar [1, 2, 1].

Tədqiqat müddətində 12 növ nematod aşkar edilmişdir ki, bunların da hamısı geohelmint olub inkişafı və yayılması abiotik amillərin təsirindən asılıdır. Xırda buynuzlu heyvanların nematodlarla yoluxması əsasən otlaq sahələrində baş verir. Belə ki, xarici mühitə tökülmüş nematod yumurtaları torpaqda bir neçə aya qədər qalaraq həyat fəaliyyətini saxlaya bilirlər. Torpaqda helmint yumurtalarının inkişafı üçün lazım olan nəmlik və rütubət kifayət qədər olduğunda onlar invazion mərhələyə qədər inkişaf edərək orada uzun müddət qala bilir və belə yumurtalar axırıncı sahib tərəfindən udulduqda yoluxma baş verir. Ancaq ferma və onun ətraf ərazilərində baytarlıq-sanitariya qaydaları pozulduqda da yoluxma baş verə bilir.

Tədqiqat zamanı aşkar edilmiş 22 növ helmintin epidemioloji və epizootoloji əhəmiyyəti təhlil edilərək insan və ev heyvanlarının helmintləri ilə ümumilik təşkil etməsi müəyyən edilmişdir. Bunlardan 10 növün (*F.hepatica, F.gigantica, D.lanceatum, E.granulosus, C.tenuicollis, C.ovis, C.cerebralis, T.axei, T.colibriformis, O.ostertagi)* epidemioloji və epizootoloji, 12 növün isə epizootoloji əhəmiyyət kəsb edərək potensial təhlükə törətdiyi məlum olmuşdur. Bu növlərdən insanda *F.hepatica, F.gigantica* və *D.lanceatum* növləri yetkin, *E.granulosus, C.tenuicollis, C.ovis* və *C.cerebralis* növləri isə sürfə mərhələlərində aşkar edilərək qoyun və keçillərlə yanaşı, digər ev heyvanlarının (dırnaqlı və əhli ətyeyənlər) helmintlərilə ümumilik təşkil edirlər.

Epidemioloji və epizootoloji əhəmiyyət kəsb edən bu növlərin dəfələrlə Azərbaycanda və xarici ölkələrdə insanda, ev heyvanlarında tapılması bir sıra tədqiqatçılar tərəfindən qeyd edilmişdir [1, 2, 7, 8, 12, 14, 15, 16, 17].

Son illərdə respublikada antropogen amillərin təbiətə müdaxiləsi artmış, müxtəlif təbiət guşələrində çoxlu sayda ictimai-iaşə müəssisələri, turizm obyektləri tikilmişdir. Bu obyekt və müəssisələrdə mütəmadi olaraq müxtəlif heyvan və quş növləri kəsilir. Əksər ərazilərdə yol

kənarlarında heyvan kəsimi aparılır və helmintoz törədicilərinə yoluxmuş orqan və toxumalar bəzən zərərsizləşdirilmədən ətraf mühitə atılır ki, bu da vəhşi itkimilərin və sahibsiz itlərin yoluxmasına səbəb olur. Belə bir şəraitdə ətraf mühit müxtəlif növ helmintoz törədiciləri ilə çirklənir ki, bu da sonda gövşəyən heyvanların helmintoz törədiciləri ilə yoluxmasına gətirib çıxarır. Ətraf mühiti helmintoz törədicilərinə görə sağlamlaşdırmaq məqsədilə baytar-sanitar qaydalarına ciddi əməl olunmalıdır.

Bu istiqamətdə Azərbaycan Respublikası Qida Təhlükəsizliyi Agentliyi ölkədə heyvan kəsiminin müasir tələblərə uyğunlaşdırılması, müasir kəsim məntəqələrinin təşkil olunması və qanunsuz heyvan kəsimi fəaliyyətinin qarşısının alınmasında nəzarət tədbirlərini davam etdirir. Agentliyin əməkdaşları tərəfindən monitorinqlər zamanı heyvan kəsimi və ət satışı məntəqələrində bir sıra nöqsanlar aşkar olunur ki, bunların da aradan qaldırılması istiqamətində işlər aparılır. Baytarlıq-sanitar ekspertizası aparılmadan heyvan kəsimi və ət satışı fəaliyyətilə məşğul olan sahibkarlara xəbərdarlıq edilir.

Həmçinin son 100 ildə iqlim şəraiti nəzərə çarpan dərəcədə dəyişilmiş, Azərbaycan da dünyada baş verən qlobal iqlim dəyişikliyinin təsirindən kənarda qalmamışdır. Orta illik temperatur 0,4-1,3^{0}C-yə qədər artmışdır. İqtisadiyyatın digər sahələri ilə müqayisədə iqlim şəraitinin ən çox təsir göstərdiyi sahə kənd təsərrüfatıdır. Artıq qış aylarında havanın temperaturu normadan yüksək olub, hətta aran rayonlarında bəzi günlərdə 15-20^{0}C təşkil edir. Ölkədə bitkiçilik məhsullarının 80%-dən çoxu suvarılan torpaqlarda istehsal olunur. İqlim dəyişmələrinin təsirilə su resurslarının azalması kənd təsərrüfatını ciddi təhlükə ilə üz-üzə qoyur. [18]. Həmçinin həm regional, həm də qlobal səviyyədə insanların qida təhlükəsizliyini və suya çıxışını məhdudlaşdırır, aclıq, yoxsulluq və digər ağır sosial-iqtisadi nəticələrə, miqrasiyanın güclənməsinə səbəb olur, yoluxucu və xroniki xəstəlikləri artırır [19].

Bütün bunlar ölkənin baytar xidmətində ciddi dəyişikliyə səbəb olmuşdur. Belə ki, gövşəyən ev heyvanlarının sayı artmış, onların saxlandığı otlaq sahələri kiçilmişdir ki, bu da zootexniki normaların pozulmasına səbəb olmuşdur. Son illərdə gövşəyən heyvanların artımı ilə bağlı ciddi problemlər müşahidə edilir ki, bunun da əsas səbəbi yem bazasının zəifləməsi ilə izah olunur. Əvvəllər mövcud olan torpaq sahələri özəlləşdirilərək əhaliyə paylandığı üçün otlaq sahələri sıradan çıxarılaraq əkinə cəlb edilmişdir. Buna görə də heyvanların saxlanmasında və artırılmasında bir sıra çətinliklər yaranmışdır. Bundan başqa yemin bahalaşması tendensiyası müşahidə edilir. Fermer təsərrüfatlarında ortaya çıxan problemlərdən biri də kənd təsərrüfatı heyvanlarının invazion xəstəlik törədicilərindən maksimal dərəcədə qorunması təşkil etməkdir.

Beləliklə, aparılan tədqiqat işinin nəticələrindən belə qənaətə gəlmək olar ki, xırda buynuzlu heyvanlardan bol və yüksək keyfiyyətli, təhlükəsiz qida məhsulları almaq üçün onların inkişafına və məhsuldarlığına ciddi iqtisadıi ziyan vuran başlıca helmintoz törədicilərinin yayılmasına ətraf mühitin - biotik (heyvanların sıxlığı, aralıq və axırıncı sahiblərin ərazidə yayılması), abiotik (temperatur, işıq, rütubət, fəsil dəyişkənliyi) və antropogen amillərin (fermer və şəxsi təsərrüfatların yaradılması, meşələrin qırılması, qanunsuz ətkəsimi məntəqələri, əkin sahələrinin genişləndirilməsi, bataqlıqların qurudulması) təsirini, müxtəlif xarakterli landşaft-ekoloji zonalar üzrə yayılma qanunauyğunluqlarının müəyyən edilməsinin sistemli, ardıcıl və elmi əsaslarla öyrənilməsi və onlara qarşı profilaktik mübarizə tədbirlərinin işlənib hazırlanması diqqət mərkəzində olmalıdır.

Ədəbiyyat

[1] Ağayeva A.N. Abşeron bölgəsində aşkar edilmiş başlıca helmintoz törədicilərinin epidemioloji və

epizootoloji rolu // - Bakı: Gənc tədqiqatçı,-2020. c.6, №1,-s. 95-101.
[2] Həsənli N.A., Fətəliyev Q.H. Gəncə-Qazax iqtisadi rayonunun düzənlik ərazilərində *Echinococcus granulosus* (Batsch, 1786) (*Taeniata: Taeniidae*) növünün qoyunlar arasında yayılması // Baytarlıq elminin inkişafı istiqamətində innovasiyaların tətbiqi. Beynəlxalq elmi-praktik konfrans materialları, - Bakı: Müəllim, - 25 noyabr - 27 noyabr, - 2019, - s. 228-230.
[3] Həsənova A.M. Quba-Xaçmaz bölgəsinin xırda buynuzlu heyvanlarının helmint faunası // -Bakı: Pedoqoji Universitetin Xəbərləri, Riyaziyyat və təbiət elmləri seriyası, - 2023. C.71, №3, - s. 102-108.
[4] Məhərrəmov S.H. Naxçıvan Muxtar Respublikasında qoyunlarda helmintozların şaquli istiqamətdə paylaşması // - Bakı: Baytarlıq Elmi-Tədqiqat İnstitunun Elmi əsərləri məcmuəsi, - 2016. C. 34, - s. 126-129.
[5] Məmmədov E.N. Naxçıvan Muxtar Respublikasında gövşəyən heyvanların anoplosefalyatozları və onların törədicilərinin, aralıq sahiblərinin bioekoloji xüsusiyyətləri: / biologiya üzrə elmlər doktoru dissertasiyası) / - Naxçıvan, 2012. - 330 s.
[6] Fərhadov Q.T. Xırdabuynuzlu heyvanların mədə-bağırsaq sisteminin helmintozları // Zoologiya İnstitutunun əsərləri, Bakı, 2013, XXVII cild, s. .266-272
[7] Асадов С.М. Зональное распространение гельминтов и главнейших гельминтозов сельскохозяйственных животных в Азербайджане и предложения по усилению борьбы с ними. Баку: Элм, 1975, 84 с.
[8] Асадов С.М. Гельминтофауна жвачных животных и ее эколого-географический анализ. Баку: АН Азерб.ССР, 1960, -511 с.
[9] Ивашкин В.М., Оринов А.О., Сонин М.Д. Определитель гельминтов мелкого рогатого скота . Москва: Наука, 1989, 294 с.
[10] Исмаилов Г.Д., Фаталиев Г.Г. Эколого-географический анализ распространения возбудителей мониезиоза диких и домашних парнокопытных животных Азербайджана // Научно-практический ж. «Ветеринарная медицина», 2010, №3-4, М., ООО «Агровет», с.47-48
[11] Скрябин К.И. Методы полных гельминтологических вскрытий позвоночных, включая человека. Москва: Изд.-во МГУ, 1928, -45 с.
[12] Карсаков А.М., Атаев А.М., Зубайрова М.М., Минкаилова С.Р. Эпизоотологическая ситуация по гельминтозам овец в горном поясе Дагестана Российский Паразитологический журнал, 2009, №3, с.97-102.
[13] Меликов, Ю.Ф. Гельминтозы овец Апшерон-Кобустанской полупустынной зоны и Большого Кавказа Азербайджана. // -Баку: БДУ им. М.А.Расулзаде. -1996. 146 с.
[14] Меликов Ю.Ф. Эхинококкоз овец в Апшерон-Кобустанской зоне // II Вестник сельскохозяйственных науки, 1976, 6, с. 30-32.
[15]. Graham A.J., F.M.Danson, P.Giraudoux, et al. Ecological epidemiology: landscape metrics and human alveolar echinococossis // Acta Tropica, - 2004. 91 (3), - p. 267-278.
[16] Lungu Vera Epidemiology of human echinococcosis in the Republic of Moldova/ Sci.parazitol/ 2012, 13, №2, pp. 87-91.
[17] Takumi K., Hegglin D., Deplarez P., Gottstein B., Teunis P.J. Marring the increasing risk of human alveolar echinococcosis in Limberg the Netherlands. Epidemiol. and Infec. 2012. 140, №5, pp.867-891.
[18] İqlim dəyişmələri. Azərbaycan Respublikası Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyi. https://eco.gov.az.İqlim dəyişmələri).
[19] Qurbanov H.N. İqlim dəyişikliklərinin kənd təsərrüfatına təsirləri və bu təsirləri qarşılayan rəqəmsal texnologiyalar. Gəncə: Aqrotexnika ET İnstitutu, 2024, -40 səh.

ВЛИЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ГЕЛЬМНТОЗОВ МЕЛКИХ РОГАТЫХ СКОТ В КУРА-АРАКСИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Аннотация

С целью изучения влияния окружающей среды на распространение гельминтов мелких рогатых скот и приобретения у них экологически чистой и безопасной продукции в Кура-Араксинской низменности в течение 2021-2023-х годов методом неполного гельминтологического вскрытия исследовано 188 овец и 105 коз. У овец обнаружено 22 вида (4-трематода, 6-цестод, 12-нематод), а у коз-18 видов (4-трематоды, 5-цестод, 9-нематод). Из них 10 видов являются биогельминтами, 12 видов геогельминтами. Выяснилось, что на распространение главнейших возбудителей гельминтозов непосредственно влияющих биотические, абиотические и антропогенные факторы окружающей среды, наносит серёзный экономический ущерб мелким рогатым животным. Таким образом, заражение гельминтами привело к снижению количества и качества не только мяса животного, но и продуктов животноводства (мяса, молока, шерсти). Анализирована эпидемиологическое и эпизоотологическое значения обнаруженных видов.

Ключевые слова: овец, коза, гельминтофауна, экологические зоны, биогельминты, геогельминты, эпизоотология, эпидемиология.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1505

"THE CONCEPT OF NUTRİOME: BİOCHEMİCAL FOUNDATİONS OF HUMAN NUTRİTİON AND THE ROLE OF NUTRİENTS İN HEALTH AND DİSEASE"

Rasmiyya Mammadova, Aida Shahmammadova, Tarana Aghayeva, Narmin Guliyeva, Fariz Amirli, Samira Bayramova, Aynur Mammadova, Gunel Azizova, Konul İravanlı, Gunel Guliyeva

Azerbaijan State Oil and Industry University
Department of technology of organic substances and high molecular compounds
rasmiyyamammadova76@gmail.com, http://orcid.org/0009-0007-8698-8302
https://orcid.org/0000-0002-8795-7758
http://orcid.org/0009-0001-0329-5137
guliyevanarmin.1991@gmail.com
http://orcid.org/0000-0002-9095-2982
http://orcid.org/0000-0001-8142-3483
http://orcid.org/0000-0002-1938-1320
http://orcid.org/0000-0003-1913-4554
http://orcid.org/0000-0002-9696-0887
https://orcid.org/0009-0004-1253-770X

Abstract

Concept of nutriome: characteristics of the main nutrients: daily requirement, biological role. Biochemical foundations of human nutrition: nutrition as the basis of the body's vital activity, release of energy from nutrients (transition of food energy into ATP energy). Interconversion of proteins, carbohydrates and lipids in the body. Basic principles of rational human nutrition. Alimentary diseases: definition, classification. The most common primary and secondary nutritional disorders. Diseases with alimentary factors in the development of pathology. General characteristics of mineral elements in the human body: classification and functions. Biological role of individual macro- and microelements in the human body. Among the numerous sections of biological chemistry, nutritional biochemistry occupies a special place, since health problems often begin with nutritional problems.

Nutritional biochemistry is a section of biochemistry that studies: substances and in what quantities are necessary for the body to function, the biofunction of each nutrient, biochemical transformations of nutrients in the human body, the consequences of consuming nutrients in excess or insufficient quantities.

Nutriome is a set of necessary alimentary factors to maintain a dynamic balance between humans and the environment, aimed at ensuring life, preserving and reproducing the species, and maintaining the adaptive potential of the body.

Key words: *daily, nutrion, body, health, effect, food, product.*

Introduction

Proper nutrition
Food for infants

Nutrition for children under three years old. Steam and boilThe basis of nutrition for infants is mother's milk. A product that has no equal in nature. Mother's milk lays and provides the foundation for human health for many years.

From the beginning of the introduction of complementary foods and subsequently in the nutrition of young children, the technology of cooking is of particular importance. There is no place for fried, salty, spicy, smoked, semi-finished industrial products in the plate of a child under 3 years old. And especially fast food. Meat, fish, vegetables, cereals for babies are steamed, stewed, boiled, baked. These types of heat treatment are preferable for any age. But adults, they are so adults that sometimes it is not worth following their example.

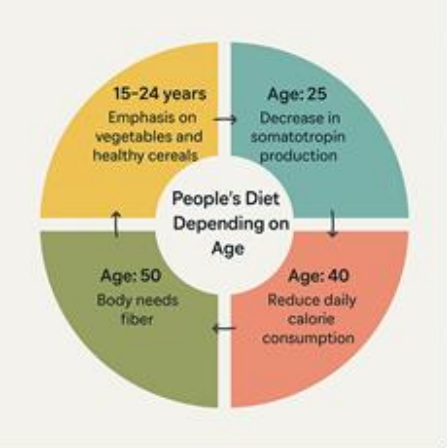
At least until three years, sweets such as chocolate and candies should remain outside the children's menu. Their healthy and useful alternative are vegetables, fruits, berries.

Nutrition for children from 3 to 4 years old.

The principle of matching the caloric content of food and energy expenditure comes to the fore. At this age, the child is actively growing, moving a lot, discovering the world. "Oh, how much strength is required for games and growth," as the popular advertising slogan says! This means that the menu should be varied and balanced.

The child needs to receive proteins, fats, carbohydrates in sufficient quantities. Their ratio in the diet is 1:1:4. Proteins and fats should be of both animal (meat, fish, poultry, dairy products, eggs) and plant (whole grains, legumes, nuts) origin, but animal is more - about two-thirds of the daily requirement.

Any errors in the child's diet at this age are fraught with consequences. Therefore, despite the busyness and crazy pace of life, parents should still try and provide their children with a full table.



A rule that needs to be learned by heart: you can't send children to kindergarten or school hungry! There, of course, boys and girls will be fed. But in this case, one of the most important principles of proper nutrition will not be observed: the first meal should take place within 30-40 minutes after waking up (at any age). It starts the metabolic processes in the body, ensures its normal functioning during the day. It is not necessary to prepare a three-course breakfast.

A simple and quick meal, if possible hot, is enough: porridge (oatmeal, rice, millet), an omelet or a boiled egg, cheesecakes, cottage cheese or a sandwich with tea. If you ignore the half-hour rule, do not be surprised at the appearance of extra pounds: most of the nutrients from food that the body receives late, it puts aside for later.

At this age, it is important that the child's diet includes dairy products: cottage cheese,

cheese, milk, sour cream, kefir, yogurt.

A growing skeleton needs calcium! Every day on the table there should be vegetables and fruits rich in fiber and dietary fiber. They are necessary for the normal functioning of the digestive system [1, 11-13].

Animal protein is of great importance - the main building material, irreplaceable during the period of intensive growth and development: lean meats (beef, veal, turkey, chicken, lean pork), fish (mackerel, hake, cod, trout), poultry.



And semi-finished products of industrial production are again prohibited. Any mother, even with a high level of employment, can find time to cook natural homemade dumplings or vareniki for children. Routine modeling can easily be turned into an exciting activity if you involve your child in the process. Believe me, direct participation in the preparation of natural and healthy food will have a much greater effect on him than long and lengthy lectures on proper nutrition.

Nutrition at the age of 15 to 24

A time of change and tossing. Growing up, young people are looking for their ideal. Some try to imitate models from the covers of glossy magazines, so they limit themselves in food, experiment with diets. Others, on the contrary, give in, not paying much attention to the composition and calorie content of products. Neither one nor the other is good and correct.

During this period, the body is still growing. It still needs "building material" in the same volume and composition: animal and vegetable proteins and fats, carbohydrates. but the range of products changes a little. In particular, the emphasis is on vegetables and healthy cereals (buckwheat, oatmeal)[2-4].

Rice, semolina, acceptable in the diet of the previous age group, should be pushed into the background. In fact, they contain nothing but pure carbohydrates. In the process of polishing, some minerals are removed from rice. And during the production of semolina, almost all the valuable substances that the wheat shell is rich in are lost. So porridges still remain in the diet, but preference is given to buckwheat, oatmeal, pearl barley. Potatoes can be included in the lunch menu 2-3 times a week and it is more correct to combine them not with meat, but with vegetables.

People's diet depending on age

Age-related changes in our body are a natural process, so lifestyle and nutrition correction is necessary in accordance with it. It is necessary to limit the use of certain products, replacing them with others, knowing that it is harmful or useful for us in this or that period of life.

Age changes

Every ten years, our motor activity decreases. There is a slowdown in exchange processes, but we do not change our nutrition, as a rule, which significantly worsens the situation. It turns out that, especially after the age of 30-40, a person cannot refuse to eat an extra portion of sweet or flour.

The hormonal background affects the speed of metabolism as follows:

At 25 years of age, there is a decrease in the production of somatotropin hormone. It is he who is responsible for the "transfer" of excess food to muscles, bones and skin;

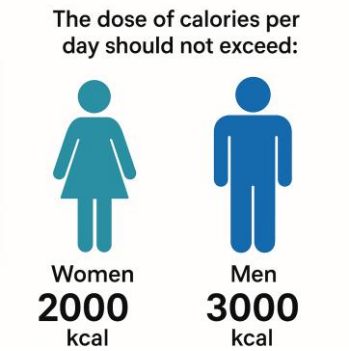
At 35-36 years, the production of sex hormones decreases (mid-life crisis);

At 40-45 years old, testosterone drops even more in men, and women enter menopause. Exchange processes become even slower.

For this reason, you should seriously think about changing your diet during this or that period of your life [5-9].

In different periods of life, taking into account changes in both physical and mental state, a person needs different sets of products. In 18-20 years, the peak of vital activity is maximum, therefore the appetite can be either increased or, on the contrary, decreased (due to emotional outbursts). Dairy products must be present in the diet in order to stimulate and support the growth of the bone system. Alcoholic drinks and strict diets should be excluded.

At the age of 30 and older, the body requires mineral elements, vitamins and antioxidants. The maximum amount of protein should be present in the diet, and as for dairy products, they should be less. It is recommended to eat omelets, scrambled eggs, low-fat cottage cheese as a second breakfast. You can eat soup, vegetable salad or fish dish for lunch, and fresh fruit for dessert. The dose of calories per day should not exceed:



After the age of 40, the product set should contribute to the fight against overloads that occur on an emotional level. The lack of serotonin is successfully compensated by oatmeal, fish, poultry and chocolate (of course, we are talking about small portions). If you compare with the age group of 30 years, after 40 years you should reduce the daily calorie consumption by approximately 800.

After 50 years, the body needs fiber, which is found in fruits and vegetables. With its help, you can normalize digestive processes, eliminate constipation and other problems with the intestinal tract. Also, fiber perfectly removes toxins and harmful cholesterol. Coffee and strong tea should be consumed in smaller quantities so as not to put extra strain on the joints and bones. The best option for breakfast is low-fat cottage cheese (approximately 2.5%). Periodically, unloading

days should be carried out with the restriction of the consumption of saturated fatty broths and meat. The optimal option is to replace them with dietary vegetable broths.

References

1. FAO & WHO. (2019). Food and Nutrition Paper: Fats and fatty acids in human nutrition – Discusses the role of dietary fats, including sources from animal and plant origins.

2. Vu KB, Ghahroudi MA, Wyns L, Muyldermans S. 1997. Comparison of llama VH sequences from conventional and heavy chain antibodies. Mol Immunol 34(16–17): 1121–1131.

3. Wan J, King K, Forsyth S, Coventry MJ. 2003. Detection of Listeria monocytogenes in salmon using Probelia polymerase chain reaction system. J Food Prot 66(3): 436–440.

4. Weidmann M, Bruce JL, Keating C, Johnson AE,McDonough PL, Batt CA. 1997. Ribotypes and virulence gene polymorphisms suggest three distinctListeria monocytogenes lineages with differences inpathogenic potential. Infect Immun 65(7): 2707–2716.

5.Whitehouse CA, Balbo PB, Pesci EC, Cottle DL,Mirabito PM, Pickett CL. 1998. Campulobacter jejuni cytolethal distending toxin causes a G2-phasecell cycle block. Infect Immun 66(5): 1934–1940.

6.Williams RC, Isaacs S, Decou ML, Richardson EA,Buffett MC, Slinger RW, Brodski MH, Ciebin BW,Ellis A, Hocken J et al. 2000. Illness outbreak associated with Escherichia coli O157:H7 in Genoa salami. Can Med Assoc J 162(10): 1409–1413.

7.Wong CS, Jelacic S, Habeeb RL, Watkins SL, Tarr PI.2000. The risk of the hemolytic-uremic syndromeafter antibiotic treatment of Escherichia coli O157:H7infections. N Eng J Med 342:1930–1936.

8.Woolven BP, Frenkin LGJ, van der Logt P, Nicholls PJ.1999. The structure of the llama heavy chain constant genes reveals a mechanism for heavy-chainantibody formation. Immunogenet 50:98–101.

9. Woteki CE, Kineman BD. 2003. Challenges andapproaches to reducing foodborne illness. Annu Rev Nutr 23:314–344

10. American Academy of Pediatrics. (2020). Pediatric Nutrition Handbook – Comprehensive guide on children's nutrition, including the balance of proteins, fats, and carbohydrates.

11. Amirli F.A., Aghamaliyev Z.Z., Abdullayeva I.G., Pashayeva Z.N.&Aghamaliyeva D.B. (2024). The role of nutrition in ensuring healthy living. Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2(148), 629-638. DOI: 10.32010/mpmc2024.085

12. Ağamalıyev Z.Z., Abdullayeva İ.Q. Müasir insanın qida pəhrizi və çatışmamazlıqlar. International Conference dedicated to the 60th anniversary of the establishment of the Department of Technology of organic substances and high-molecular compounds. “Modern problems of macromolecular compound technology”. 25-26 Aprel 2024, p.151.

13. Abbasov V.M., Əmirli F.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Z.V., Quliyeva N.R. (2023). Qida kimyası. Dərslik. Bakı: Elm, 260 s.

NUTRİOM KONSEPSİYASI: İNSAN QİDALANMASININ BİOKİMYƏVİ ƏSASLARI VƏ QİDALARIN SAĞLAMLIĞA TƏSİRİ

Rəsmiyyə Məmmədova, Aida Şahməmmədova, Təranə Ağayeva, Nərmin Quliyeva, Fariz Əmirli, Samirə Bayramova, Aynur Məmmədova, Günel Əzizova, Könül İravanlı, Günel Quliyeva

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti,
Üzvi maddələr və yüksəkmolekullu birləşmələrin texnologiyası kafedrası
rasmiyyamammadova76@gmail.com, http://orcid.org/0009-0007-8698-8302
https://orcid.org/0000-0002-8795-7758
http://orcid.org/0009-0001-0329-5137
guliyevanarmin.1991@gmail.com
http://orcid.org/0000-0002-9095-2982
http://orcid.org/0000-0001-8142-3483
http://orcid.org/0000-0002-1938-1320
http://orcid.org/0000-0003-1913-4554
http://orcid.org/0000-0002-9696-0887
https://orcid.org/0009-0004-1253-770X

Xülasə:
Biokimyanın müxtəlif sahələri arasında qidalanma biokimyası xüsusi yer tutur, çünki sağlamlıq problemləri çox vaxt qidalanma ilə bağlı məsələlərdən qaynaqlanır. Qidalanma biokimyası orqanizmin normal fəaliyyətini təmin etmək üçün lazım olan maddələri və onların miqdarını, hər bir qida maddəsinin bioloji funksiyalarını, insan orqanizmindəki biokimyəvi çevrilmələrini, həmçinin qida maddələrinin həddindən artıq və ya kifayət qədər qəbul edilməməsinin nəticələrini öyrənir.

Nutriom, insanla ətraf mühit arasında dinamik tarazlığı qorumaq, həyatın davamlılığını təmin etmək, növün qorunmasını və çoxalmasını təmin etmək, eləcə də orqanizmin adaptiv potensialını saxlamaq üçün lazım olan aliment faktorlarının məcmusudur.

Bu məqalə əsas qida maddələrinin gündəlik tələbatını və bioloji rolunu, insan qidalanmasının biokimyəvi əsaslarını, qidaların enerji mənbəyi kimi ATP-yə çevrilmə proseslərini, protein, karbohidrat və lipidlərin orqanizmdə qarşılıqlı çevrilməsini araşdırır. Bundan əlavə, sağlam qidalanmanın əsas prinsipləri və qidalanma ilə əlaqəli xəstəliklər – onların təsnifatı, ilkin və ikincili qidalanma pozğunluqları, həmçinin patologiyaların inkişafında qidalanma faktorlarının rolu müzakirə olunur. İnsan orqanizmində mineral elementlərin ümumi xarakteristikası, onların təsnifatı və funksiyaları, makro və mikroelementlərin bioloji əhəmiyyəti də təhlil edilir.
Bu araşdırma insan qidalanmasının elmi əsaslarını anlamağa və sağlam qidalanma prinsiplərini tətbiq etməyə kömək edəcəkdir.

Açar sözlər: gündəlik, qidalanma, orqanizm, sağlamlıq, təsir, qida, məhsul.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1511

DYEING OF POLYAMIDE FABRIC WITH ACID DYES IN MICROWAVE MEDIA

Murat TEKER[1], Ayşe USLUOĞLU[2], Raşit DAĞLI[3]

[1] [Prof. Dr. – Sakarya University, Science Faculty, Chemistry, Sakarya, Turkey, teker@sakarya.edu.tr http://orcid.org/0000-0001-7699-0504]
[2] [Dr. – R&D Manager, Nurel Tekstil Apre ve Boya San. Tic. A.Ş. R&D Department, Bursa Turkey, ayseusluoglu@gmail.com, http://orcid.org/0000-0002-7523-4210]
[3] [Turkish Technic, Sakarya University – [3]rasit.dagli@ogr.sakarya.edu.tr, https://orcid.org/0000-0001-9251-126X]

ABSTRACT

Microwave technology, which provides homogeneous and fast heating, attracts attention as an ecofriendly alternative new method in industrial processes. So, the use of microwave technology in many industries has become widespread recently. Microwaves act like light waves and are reflected from metals. Microwaves, which are a type of electromagnetic energy characterized by perpendicular electric and magnetic fields, cause molecules or ions to move. It can be reflected, transmitted, absorbed and causes heat production in the material it is absorbed. In this study, conventional heating and microwave heating were investigated for the dyeing process of polyamide fiber fabric with EA3BN acid dye. The aim of this study is to investigate the dyeing process of polyamide fiber fabric with acid dye using microwave environment in order to save time, energy, waste and cost. Dyeing reaction with conventional heating was carried out in 10 minutes. In addition, dyeing process were carried out in 1, 2, 3 and 4 minutes in microwave device level 3. The kinetics of dyeing reaction was investigated at different reaction times and temperatures. K/S and dyeing intensity (Color Depth) of the dyed fabrics were measured. It was observed that polyamide fiber dyeing process time was reduced with microwave heating compared to conventional dyeing process. In addition, it has been observed that color depth (dyeing intensity) increases with time and temperature in microwave and conventional media. Dyeing process was carried out with same quality in much shorter time with less energy compared to conventional method.

Keywords: Microwave, Polyamide, Acid Dyestuff

Introduction

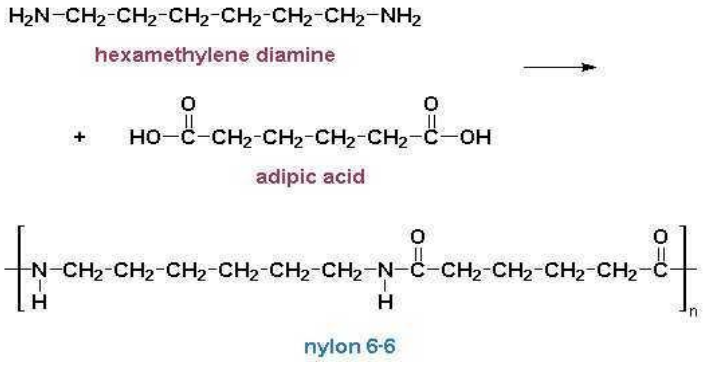
Polyamide fiber is the first synthetic fiber produced in the world. "The nylon" is used as a general name for polyamide fibers. When we first hear the word nylon, it seems like a substance distant from textiles and close to chemistry and industry, but it also has a very wide area of use in the textile industry. This product has many physical and chemical properties which provides many useful areas in textile industry.

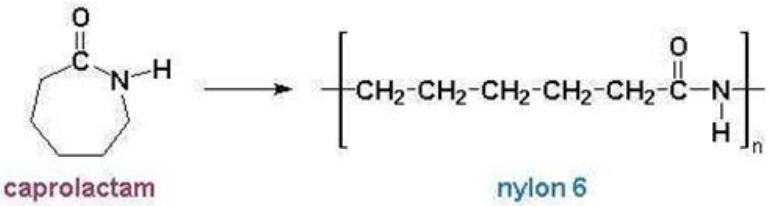
It is a type of fiber with very good mechanical strength. Thanks to this feature, it can be used in fabrics that are desired to be durable by mixing with other types of fibers.Although its chemical resistance is not very strong; it is resistant to some diluted acids and bases.

Nylon fiber was first used in the production of women's socks. Although there are many

types of polyamide produced for various purposes; there are two types of polyamide fibers that are most produced and consumed. These are "nylon 6.6" and "nylon 6".

Polyamide fiber has high moisture absorption, elasticity and abrasion resistance compared to other synthetic fibers [1].





Acid dyes are named from protein and polyamide fibers because they dye them in acidic dye bath. They are anionic dyes that are soluble in water. Acid dyes, whose general formulas can be written as BM-SO3Na (BM: dye, colored part), contain one or more –SO3H sulfonic groups or –COOH acid groups in the molecule. Acid dyes and fiber are bonded with ionic bonds. Some advantages of acid dyes are: they are cheap, have good light fastness and produce vivid and bright colors [2].

Electromagnetic waves with frequencies ranging from 300 to 30,000 MHz are defined as microwaves [3]. Microwaves are a form of electromagnetic waves, like other radio waves. Microwaves act like light waves and are reflected from metals. Microwaves, which are a type of electromagnetic energy characterized by perpendicular electric and magnetic fields, cause molecules or ions to move. It can be reflected, transmitted, absorbed and causes heat production in the material it is absorbed. The main difference that distinguishes microwave radiation from radioactive radiation is that radioactive radiation is ionized. For this reason, it can cause damage to living cells.

Since the heating of the sample in microwave heating is in the internal part, it is quite different compared to conventional heating methods. The properties of microwaves, such as absorption by substances containing water and the ability to pass through substances other than metals, provide fast and uniform heating in the interior with microwave energy, unlike conventional heating methods that start from the outer surface of heating. Thermal stresses decrease due to the homogeneous spread of temperature in the treated sample [4].

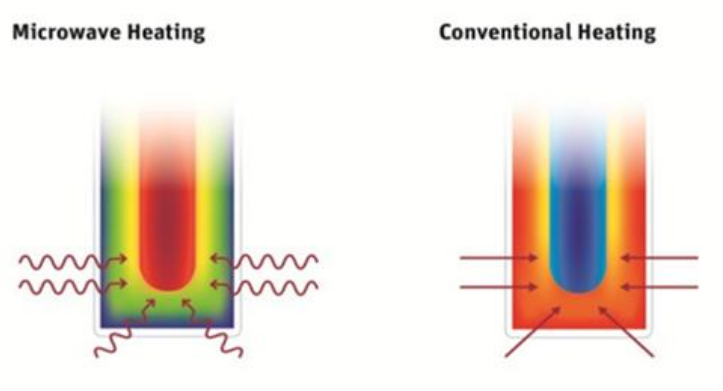


Fig. 1. Heating Methods

A molecular movement begins with the rotation of dipolar particles or the migration of microwave ionic particles [5]. Depending on the type of material, they can be absorbent, reflective or permeable. Dipolar molecules gain a rotational moment in the electric field and move. With this movement, they generate heat by rubbing against each other, and materials that can absorb microwave energy well heat up quickly [6].

Heating with microwave technology in industrial processes is preferred because it reduces process time and energy costs. The field of use of microwave technology expands everyday and has become a more common method of processing various materials. Some of areas where microwave systems are used are cooking [7], sterilization, pasteurization [8], sintering in ceramic production [9], germination enhancement chemical synthesis. [10-11]

In this study, conventional heating and microwave heating were investigated for the dyeing process of polyamide/elastane lace fabric with acid dyestuff.

Research Methodology

In experimental studies, composite of 88% Poliamide - %12 Elastane lace fabric was used for dyeing. Acid Donor, Levelling agent and Bianco HS New were used as auxiliary materials for dyeing. In addition polyamide lace fabric is used for coloring Erionyl Red A3BN. Profilo brand the microwave oven is used. The reflectance values of all dyed fabrics were measured using a DataColor 1000 color spectrophotometer [14]. For fastness tests, ECE phosphate test detergent B, Sodium perborate tetra hydrate, friction fastness cotton test fabric, multifiber were used. Laborteks brand light cabinet and grey scale were used in the fastness tests evaluations.

Conventional and Microwave dyeing methods

Firstly, a 10 g/L. solution of Erionyl Red A3BN dyestuff was prepared with water. Reaction conditions are determined as the flotte ratio of 1/50 (fabric/dyeing liquor ratio) and dye concentration of 1.00%, 1 g/L. Acid Donor, 1 g/L. Bianco HS New, 1 % levelling agent were used. Conventional dyeing process was started at temperature of 30^{o}C, the temperature of dye bath was increased gradually by 1^{o}C/min. Then the bath was heated to 95^{o}C and the dyeing process was carried out at this temperature for 30 minutes. The conventional dyeing process diagram was shown Figure 2.

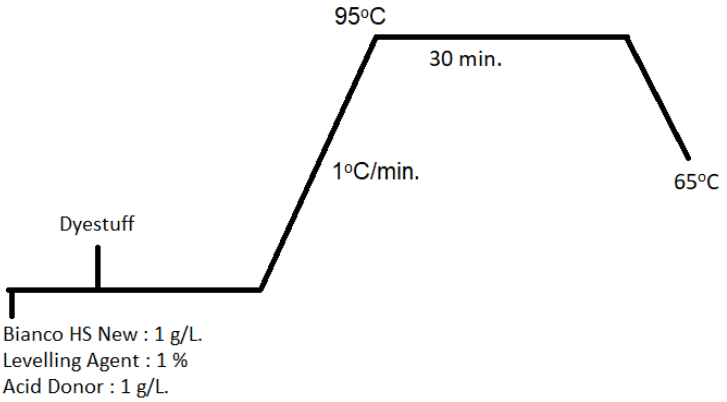


Fig. 2. Conventional Polyamide Fabric Dyeing Process Diagram

In order to evaluate the dyestuff fixing and fastness properties of the microwave dyeing method compared to the conventional polyamide dyeing method, dyeing process with usage the same dye - fabric ratios and 1.00% dyestuff concentration was carried out in the microwave environment. The dyeing process was carried out in the microwave for 4 minutes at the level 3 for heating. Then, the sample was irradiated in a microwave environment Level 2 for 5 minutes at a constant temperature of 95 °C. Finally, the sample was cooled in room temperature to stop the dyeing reaction.

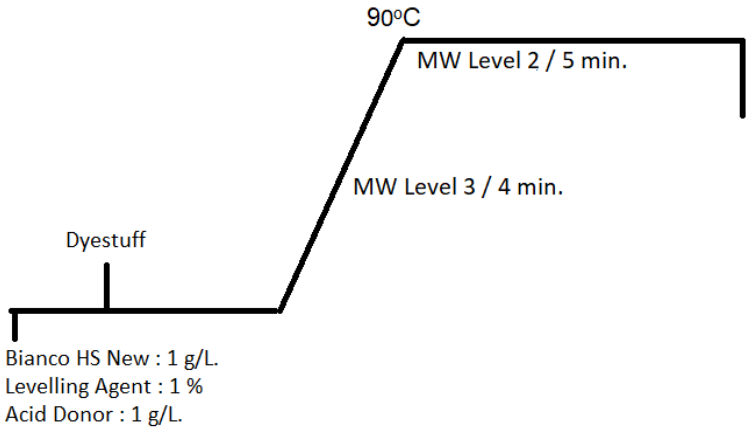


Fig. 3. Microwave Polyamide Fabric Dyeing Process Diagram

As the microwave power increases, dyeing process was completed in a shorter time.
All dyed fabrics were washed with water and dried. The reflectance values of the dyed fabrics were measured using a Data Color 1000 spectrophotometer.

Fastness Properties

For all dyed fabrics, washing fastness tests were performed according to ISO 105 C06 B1S method, acidic and alkaline perspiration fastness tests were performed according to ISO 105 E04 method and water fastness tests were made according to ISO 105 E01.Fastness properties

were evaluated according to ISO 105 A02 and ISO 105 A03 method with grey scale in light cabinet.

Results and Discussion

All dyeing processes of Nylon fabrics in conventional and microwave environment are resulted as in Table 1. All fabrics were dyed properly. the dyeing process is completed in a total of 125 minutes with conventional method, while the dyeing process is completed in 9 minutes in microwave media. The highest color depth was obtained at the end of 9 minutes of dyeing in a microwave media. Fabrics dyed in microwave at the 9-minutes had a same color depth as in conventional method. These experiments have been repeated three times and similar results have been achieved. It was observed that the best color efficiency was achieved after 9 minutes of dyeing in a microwave environment. The dyeing process was completed in a very short time with the microwave heating system [12-13].

Table 1. The dyed fabrics results in conventional dyeing and microwave media

Dyeing Method	Dyeing Time [min.]	Temperature [°C]	pH	Final pH	Dye Intensity	Dyeing Intensity (Color Depth)	K/S	Max Absorption λ
Conventional	125	95	7	4.40	1%	806.02	15.82	570
Microwave	9	90	7.1	4.43	1%	810.76	15.48	570

In this study, similar test results were obseved for washing fastness properties according to ISO 105 C06 B1S method to fabrics dyed by conventional and microwave methods. Similar test results were observed in the dry rubbing fastness applied according to ISO 105-X12 method to fabrics dyed by conventional and microwave methods.

Table 2. Fastness Test Results

Polyamide Dyeing Method	Washing Fastness [ISO105C06 B1S]	Acidic Persp. [ISO 105 E04]	Alkaline Persp. [ISO 105 E04]	Water Fastness [ISO 105 E01]	Dry/Wet Rubbing Fastness [ISO105X12]
Conventional	4/5	4/5	4	4	4
Microwave	4/5	4/5	4	4	4

Similar test results were observed in the acidic and alkaline perspiration fastnesses applied according to ISO 105 E04 method to fabrics dyed by conventional and microwave methods. Molla and etc. has reached similar results [14].

Conclusions

It has been observed that polyamide fabrics in microwave environment are dyed homogenously and uniformly and the color depth (dyeing intensity) of fabrics increases as the dyeing time increases. While the conventional polyamide dyeing process is completed in 125

minutes, microwave dyeing process is completed in 9 minutes. Along with the reduction of dyeing process times, Energy costs will also decrease. It is foreseen that the use of microwave dyeing as an alternative green process will become widespread in the textile sector.

Declarations

The manuscript has not been submitted to any other journal or conference.

Study Limitations

None

Acknowledgements

The author would like to express gratitude to the care support workers and elderly individuals who participated in this study, sharing their invaluable insights and experiences. Their cooperation and openness have significantly contributed to the depth and richness of the research findings.

Funding source

None

Competing Interests

It is declared that no potential conflict of interest exists in this publication.

Informed Consent

It is appropriate for the whole team to have this article published in your journal.

References

1. Hye Ree Han and Jong Jun Kim, "A study on the thermal and physical properties of nylon fabric treated by metal sputtering (Al, Cu, Ni)," *Textile Research Journal*, vol. 88, no. 21, pp. 2397–2414, September, 2017, https://doi.org/10.1177/0040517517731662

2. M.Asad Saleem, Liujun Pei, MuhammadFaizan Saleem, Sumaira Shahid, Jiping Wang, Sustainable dyeing of nylon fabric with acid dyes in decamethylcyclopentasiloxane (D5) solvent for improving dye uptake and reducing raw material consumption, *Journal of Cleaner Production*, Volume 279, 10 January 2021, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123480

3. Yıldız, K., Alp, A., Using Of Microwave İn Metallurgical Processes, *Metalurji Tmmob*, 24 (125), 1300-4824. 1999.

4. Jennie Rebecca Lill, (2009). Microwave Assisted Proteomics, England, The Royal Society of Chemistry.

5. Kutbay, I., Kuşkonmaz, N., Mikrodalga ısıtmanın seramik üretiminde kullanımı, Metalurji Dergisi, sa.137, ss.52-56, 2004

6. Thostenson E. T., Chou T. W. (1999). Microwave processing: Fundamentals and applications, Composites A., 30, 9, 10055-1071.

7. Turgut T., The effect of microwave heating on the some quality properties and shelf life of yoghurt. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 22 (6): 809-814. 2016, https://doi.org/10.9775/kvfd.2016.14875.

8. Deghan A., Jamalian J., Farahnaky A., Mesbahi G., Moosavi-Nasab M., The effect of microwave pasteurization on some physical and chemical characteristics of milk. *International Journal of food Engineering* 8(1): 1-12. 2012, https://doi.org/10.1515/1556-3758.2423.

9. Agrawal D., Microwave sintering of Ceramics, Composites and Metallic Materials and Melting of glasses., *Transactions of the İndian Ceramic Society,* 65 (3), 129-144. 2006, https://doi.org/1080/0371750X.2006.11012292.
10. Eroğlu A., Selcuk Cirig N., Mikrodalga Enerjisinin Buğdayda Çimlenme, Erken Fide Büyümesi ve Mitotik Bölünme Üzerine Etkisi, *Doğu Fen Bilimleri Dergisi / Journal of Natural&Applied Sciences of East,* 2 (2): 61-68, 2019.
11. Keglevich G., The Application of Microwaves in the Esterification of P-Acids, *Current Microwave Chemistry*, 9, 62-64. 2022, https://doi.org/10.2174/2213335610666230105162405.
12. Montano, J.,G.,Torrades, F., Leonidas, A., Estrada, P., Ollder, I., Malato, S., Maldonado, M., I., Peral, J., Degradation Pathways Of The Commerical Reactive Azo Dye Procion Red H-E7b Under Solar - Assisted Photo – Fenton Reaction, *Environmental Science Technology*, 42(17), 6663-6670, 2008.
13. Büyükakıncı Y. B., Karadag R., Guzel, E.T., Organic cotton fabric dyed with dyer's oak and barberry dye by microwave irradiation and conventional methods, *Industria Textila*, Vol No, 72, 30-38, 2021, DOI: 10.35530/IT.072.01.1755
14. Mollaa M, Haggag K., Mahmoued A.M., Dyeing of cotton fabrics using reactive dyes by microwave irradiation technique, *Indian Journal of Fibre & Textile Research,* Vol. 39, December, pp. 406-410. 2014

Poliamid parçanın turşu boyalarla mikrodalğalı mühitdə boyanması

Murat TEKER[1], Ayşə USLUOĞLU[2], Raşit DAĞLI[3]

[1]Prof. Dr., Sakarya Universiteti, Təbiət Elmləri Fakültəsi, Kimya Bölməsi, Sakarya, Türkiyə – teker@sakarya.edu.tr, http://orcid.org/0000-0001-7699-0504
[2]Dr., Tədqiqat və İnkişaf Meneceri, Nurel Tekstil Apre və Boya San. Tic. A.Ş., Bursa, Türkiyə – ayseusluoglu@gmail.com, http://orcid.org/0000-0002-7523-4210
[3]Türk Teknik, Sakarya Universiteti – 3rasit.dagli@ogr.sakarya.edu.tr, https://orcid.org/0000-0001-9251-126X

Xülasə

Homogen və sürətli qızdırma imkanı yaradan mikrodalğalı texnologiya, sənaye proseslərində ekoloji baxımdan əlverişli alternativ metod kimi diqqət cəlb edir. Bu səbəbdən son dövrlərdə bir çox sahədə mikrodalğalı texnologiyanın tətbiqi geniş vüsət almışdır. Mikrodalğalar işıq dalğalarına bənzəyir və metal səthlərdən əks olunur. Perpendikulyar istiqamətli elektrik və maqnit sahələri ilə xarakterizə olunan elektromaqnit enerjisinin bir forması olan mikrodalğalar molekul və ya ionların hərəkətinə səbəb olur. Onlar əks oluna, ötürülə, udula və udulduqları materialda istilik yarada bilərlər.

Bu tədqiqatda EA3BN turşu boyası ilə poliamid lifli parçanın həm ənənəvi, həm də mikrodalğalı istilik üsulu ilə boyanması araşdırılmışdır. Məqsəd, poliamid lifli parçanın mikrodalğalı mühitdə turşu boyası ilə boyanmasının vaxt, enerji, tullantı və xərclərə qənaət baxımından səmərəliliyini təhlil etməkdir. Ənənəvi üsulla boyama 10 dəqiqə ərzində həyata keçirilmişdir. Mikrodalğalı cihazın 3-cü səviyyəsində isə boyama prosesi 1, 2, 3 və 4 dəqiqə ərzində yerinə yetirilmişdir. Müxtəlif zaman və temperatur şəraitində boyama reaksiyasının kinetikası öyrənilmiş, boyanmış parçaların K/S dəyəri və rəng dərinliyi (boyama intensivliyi) ölçülmüşdür.

Müşahidə edilmişdir ki, mikrodalğalı üsulla poliamid lifinin boyanma müddəti ənənəvi üsula nisbətən əhəmiyyətli dərəcədə qısalmışdır. Eyni zamanda, həm mikrodalğalı, həm də ənənəvi mühitdə zaman və temperatur artdıqca rəng dərinliyi də artmışdır. Mikrodalğalı üsulla daha az

enerji sərfiyyatı ilə daha qısa müddətdə eyni keyfiyyətdə boyama nəticəsi əldə edilmişdir.

Açar sözlər: Mikrodalğa, Poliamid, Turşu boyası

Окрашивание полиамидной ткани кислотными красителями в микроволновой среде

Мурат ТЕКЕР[1], Айше УСЛУОГЛУ[2], Рашит ДАГЛЫ[3]

[1]Проф. д-р, Университет Сакарья, Факультет естественных наук, Кафедра химии, Сакарья, Турция – teker@sakarya.edu.tr, http://orcid.org/0000-0001-7699-0504
[2]Д-р, Руководитель отдела R&D, Nurel Tekstil Apre ve Boya San. Tic. A.Ş., Бурса, Турция – ayseusluoglu@gmail.com, http://orcid.org/0000-0002-7523-4210
[3]Турецкая Техника, Университет Сакарья – 3rasit.dagli@ogr.sakarya.edu.tr, https://orcid.org/0000-0001-9251-126X

Аннотация

Микроволновая технология, обеспечивающая равномерный и быстрый нагрев, привлекает внимание как экологически безопасная и перспективная альтернатива в промышленных процессах. В последние годы её применение активно расширяется в различных отраслях. Микроволны ведут себя подобно световым волнам, отражаясь от металлических поверхностей. Это разновидность электромагнитной энергии с перпендикулярными электрическим и магнитным полями, вызывающая движение молекул и ионов. Микроволны могут отражаться, проходить, поглощаться и при этом вызывать нагрев материала.

В данном исследовании был изучен процесс окрашивания ткани из полиамидного волокна кислотным красителем EA3BN с использованием как традиционного нагрева, так и микроволнового метода. Целью работы являлось исследование возможности проведения процесса окрашивания в микроволновой среде с целью экономии времени, энергии, снижения отходов и затрат. При традиционном методе окрашивание проводилось за 10 минут. В микроволновом устройстве на уровне мощности 3 окрашивание проводилось за 1, 2, 3 и 4 минуты. Была исследована кинетика процесса окрашивания при различных временах и температурах. Измерялись значения K/S и интенсивность окраски (глубина цвета) окрашенных образцов.

Установлено, что микроволновой нагрев существенно сокращает время окрашивания полиамидных волокон по сравнению с традиционным методом. Также наблюдалось увеличение глубины окраски с ростом времени и температуры в обеих средах. Таким образом, при микроволновом нагреве удалось достичь такого же качества окрашивания за значительно меньшее время и с меньшими энергозатратами.

Ключевые слова: Микроволны, Полиамид, Кислотные красители

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1519

ƏTRAF MÜHİT VƏ TƏHLÜKƏSIZ QİDA MƏHSULLARI

Xəlilova Əfsanə[1], Ağakişizadə Arzu[2], Fərəcova Svetlana[3], Məmmədova Xuraman[4]

MAKA,TEKTİ, Baku, Azerbaijan

[1,2,3,4] MAKA,TEKTİ, BAKI, AZƏRBAYCAN
[1,2,3 ,4] Ölçmə sistemlərinin yaradılması, sistemlerinyaradilmasi@gmail.com
[1] Şöbə rəisinin müavini
[2] Böyük elmi işçi,
[3] Elmi işçi
[4] Mühəndis

XÜLASƏ

Ətraf mühitin qorunması və qida təhlükəsizliyi bir-biri ilə əlaqəli və ayrılmaz məsələlərdir. Davamlı inkişaf strategiyalarının tətbiqi bu iki sahədə də müsbət nəticələrə nail olmağa imkan yaradır. Hər bir insan bu mövzuda məsuliyyət daşımalı və bütün insanlıq üçün təmiz mühitin və təhlükəsiz qida ehtiyatlarının təmin edilməsinə töhfə verməlidir.

Açar sözlər: *ətraf mühit, çirklənmə, zərərli maddələr,qida məhsulları.*

Ətraf mühit və qida məhsulları insan orqanizminə birbaşa təsir edən amillərdir. Bunlar bizim həyatımızı və inkişafımızı müəyyən edir.

Ətraf mühit – ətrafınızda olan və inkişafınıza təsir göstərən hər şeydir. Elmi dildə desək, ətraf mühit – insanı və ya başqa bir canlı orqanizmi əhatə edən fiziki, coğrafi, bioloji, sosial, mədəni və siyasi şəraitin kompleksidir ki, bu da onun mövcudluğunun formasını və xarakterini müəyyən edir. Ətraf mühit insanların həyatı və cəmiyyətin inkişafı üçün mühüm təsirə malikdir. Bunun nəticəsində insanlar, irəliləyiş, inkişaf və ətraf mühit sıx şəkildə əlaqəlidir. Ətraf mühit həmçinin təhlükə mənbəyi ola bilər. Çirklənmiş hava, su ilə yayılan infeksiyalar, zəhərli kimyəvi maddələr və təbii fəlakətlər yalnız ətraf mühitin insanlar üçün daşıdığı təhlükələrin bir hissəsidir [1].

Qida təhlükəsizliyi – ətraf mühit kimi, müasir cəmiyyətdə ən aktual məsələlərdən biridir. Dünyada hər il minlərlə qida zəhərlənməsi halı baş verir, bunlardan bəziləri ciddi xəstəliklərə və hətta ölümə səbəb ola bilər [2]. Qida məhsulları – insan tərəfindən istehlak edilən təbii və ya işlənmiş məhsullardır (uşaq qidaları, pəhriz qidaları da daxil olmaqla), butulka suyu, alkoqollu məhsullar (o cümlədən pivə), alkolsuz içkilər, saqqız və eləcə də qida xammalı, qida əlavələri və bioloji aktiv əlavələr [2]. Qida məhsullarının keyfiyyəti – insanların adi istifadə şəraitində qida ehtiyaclarını ödəyə bilən qida məhsullarının xüsusiyyətlərinin məcmusudur. Kifayət qədər təhlükəsiz və qidalı qida məhsullarının əldə edilməsi – orqanizmin işləməsi və sağlamlığın qorunması üçün vacib şərtdir. Təhlükəli qida məhsulları, xəstəlik törədən bakteriyalar, viruslar, parazitlər və ya zərərli kimyəvi maddələr ehtiva edən qida məhsulları 200-dən çox xəstəliyə, ishaldan onkoloji xəstəliklərə qədər səbəb olur. Onların istehlakı həmçinin xəstəliklər və qeyri-kifayət qidalanma ilə əlaqəli tələlər yaradır, xüsusilə körpə və balaca yaşlı uşaqlar, yaşlılar və xəstə insanlar bundan əziyyət çəkir. Qida məhsullarının təhlükəsizliyini təmin etmək və qida

sistemlərinin səmərəli işləməsi üçün ölkələrin hökumətləri, istehsalçılar və istehlakçılar arasında konstruktiv əməkdaşlıq tələb olunur [3]. Əgər biz istəyiriksə ki, inkişaf davamlı olsun, yəni bu günki tələbləri qarşılasın və gələcək nəsillərin imkanlarını təhdid etməsin, ölkələr yalnız iqtisadi irəliləyişi deyil, həm də ətraf mühitin qorunmasını və qida məhsullarının təhlükəsizliyini təmin etməlidir [1].

Bu nöqteyi nəzərdən çağdaş dünyamızın əsas məqsədlərindən biri də təbii ehtiyatlardan effektiv və davamlı istifadə etmək, ekoloji mühiti və zəmini çirklənmədən müdafiə etməklə ekosistemdə balansı saxlamaq, zərərsiz və sağlam məmulatlar istehsal etməkdən ibarətdir. Ancaq yer kürəsi əhalisinin sayını və artım ardıcıllığını göz önündə saxlayaraq, yeyinti məhsullarına artan tələbatın yerinə yetirilməsi orqanik məhsul istehsalı ilə icrası qeyri-mümkündür. Aqrar istehsalatda sənayeləşmənin yaranması, kimyəvi maddələrdən düzgün olmayan istifadə ziyansız qida istehsalı ilə əlaqədar olaraq narahatlıqlar yaradır. Təbii əkinçilik təhlükəsiz məhsullar almağın yollarından biridir.

Orqanik yeyinti məhsulları yaradılmasında hormon və fertilizatorlardan az istifadə torpağın minerallar ilə bol olması vacib əsaslardan biri hesab olunur. Elə buna görə zərərsiz yeyinti məmulatlarının az minerallı və gübrəli torpaqlarda əmələgələn məhsullardan daha keyfiyyətli olur. Ekoloji təmiz qida məhsullarının istehsal edildiyi torpaq sahələri ekoloji cəhətdən çox əhəmiyyətli hesab olunur. Bu tipli əkin yerlərində torpağın məhsuldarlığı çoxalır, eroziyası azalır, mayeyə xeyli qənaət edilir, ətraf mühitin tullantıları azalır. Pestisiddən istifadə edilməyən əkin sahələri kənar yerlərdə məskunlaşan insanlar üçün, həmçinin heyvanlar və quşlar üçün vacib dərəcədə təhlükəsiz hesab edilir [4]..

Təbiətə uyğun və ya ekoloji təmiz yeyinti məhsulları içərisində təhlükəli elementlərin miqdarı sadə məmulatlara nisbətən bir neçə dəfə az olan qida məhsullarıdır. Orqanik yeyinti məhsulları yaradılmasında qeyri-sintetik gübrənin, həşərat əleyhinə dərmanların, hormonların, təbabət məhsullarının, rəngləndiricilərin, kimyəvi maddələrin və paketləşdirmə vasitələrinin istifadəyə yararsız məhsullardır. Həmin məhsullar heyvan və bitki mənşəli növlər olaraq 2 yerə ayrılır.

Ekoloji təmiz qida məhsullarının daxilində əhəmiyyətli antioksidantların sayı artıq, başqa zərərli hissəciklərin miqdarı isə aşağı səviyyədə olur. Bu məhsulların istifadəsi zamanı bədənə daxil olan antioksidantlar ürək-damar sisteminə aid xəstəliklərin, görmə pozuntularının, daha tez yaşlanmanın qarşısını almaqda müsbət təsir göstərir.

Təbii yeyinti məhsullarını istehsal edərkən əkin sahələrində fertilizatorlar və hormanlardan az istifadə olunmasına görə əkin yerlərinin mineral baxımdan yaxşı olmasını və ətraf mühit üçün səmərəli olduğu güman edilir. Məhz buna görə də təbii məhsullar, həmçinin ekoloji uyğun məhsullar qəbul edilir [4]..

Ətraf mühit və qida təhlükəsizliyi qlobal miqyasda müzakirə olunan ən vacib mövzulardan biridir. Ətraf mühitin qorunması, təbii resurslardan davamlı istifadə və qida istehsalının ekoloji standartlara uyğun təşkili dünya əhalisinin sağlamlığını və rifahını təmin etmək üçün əsas şərtlərdən biridir. Təmiz hava, su və torpaq qida istehsalı üçün vacib önəm daşıyır. Torpağın eroziyası, su resurslarının çirklənməsi və iqlim dəyişikliyi kimi problemlər qida təhlükəsizliyinə birbaşa təsir edir. Məsələn, iqlim dəyişikliyi nəticəsində meydana gələn istilik dalğaları, quraqlıqlar və sel fəlakətləri məhsul istehsalını azaldır və qida çatışmazlığına səbəb olur.

Qida təhlükəsizliyi insanların sağlam və aktiv həyat sürməsi üçün kifayət qədər, təhlükəsiz və qida dəyəri yüksək məhsulların əlçatanlığını təmin edir. Zərərli pestisidlərin və torpaq münbitləşdiricisinin normadan əlavə istifadə olunması, genetika ilə dəyişdirilmiş məhsulların

istehsalı və qeyri-davamlı kənd təsərrüfatı metodları qida zəncirini təhlükəyə atır.

Dayanıqlı Kənd Təsərrüfatı: Ətraf mühitə zərər verməyən aqrotexniki metodların tətbiqi və üzvi məhsulların istehsalı təşviq edilməlidir. Su Resurslarının İdarə Edilməsi: Su resurslarının qorunması və təmizlənməsi ilə qida istehsalı keyfiyyətli şəkildə təmin olunmalıdır.Təhsil və Maarifləndirmə: İctimaiyyətin ətraf mühit və qida təhlükəsizliyi haqqında məlumatlandırılması davamlı inkişaf üçün vacibdir.Texnologiyanın Tətbiqi: Smart kənd təsərrüfatı texnologiyaları ilə məhsuldarlığın artırılması və resurslardan səmərəli istifadə əsas prioritet olmalıdır.

Ətraf mühit və qida təhlükəsizliyi mövzusu insan cəmiyyətinin davamlı inkişafı üçün ən mühüm məsələlərdən biridir. Bu sahələr bir-biri ilə sıx əlaqəlidir və hər ikisi insanların sağlamlığına, rifahına və gələcək nəsillərə təsir göstərir. Ətraf mühit təbii sərvətlərin, ekosistemlərin və canlıların mövcud olduğu mühitdir. Ətraf mühitin çirklənməsi və onun davamlı istifadəsi ciddi problemlərə yol açır. Havada, suda və torpaqda baş verən çirklənmələr, iqlim dəyişikliyi, meşələrin məhv edilməsi və biomüxtəlifliyin azalması qlobal miqyasda ciddi təhlükə yaradır. Bu problemlərin həlli üçün davamlı idarəetmə prinsipləri tətbiq edilməli, bərpa olunan enerji mənbələrinə keçid edilməli və tullantıların idarə olunması üçün müasir texnologiyalardan istifadə edilməlidir.

İnsan fəaliyyəti, xüsusilə sənaye və kənd təsərrüfatı, ətraf mühitə birbaşa təsir göstərir. Məsələn, kimyəvi gübrələrin və pestisidlərin istifadəsi torpağın məhsuldarlığını azalda və yeraltı su ehtiyatlarını çirkləndirə bilər. Meşələrin qırılması və şəhərləşmə torpaq eroziyasına və iqlim dəyişikliyinə səbəb olur. Buna görə də, hər bir fərdin və cəmiyyətin ətraf mühitin qorunmasında üzərinə düşən məsuliyyəti yerinə yetirməsi vacibdir.

Qida təhlükəsizliyi insan sağlamlığını qorumaq üçün keyfiyyətli və təhlükəsiz ərzaq məhsullarının təmin edilməsini əhatə edir. Təhlükəsiz olmayan qidalar bir çox xəstəliklərin yaranmasına səbəb ola bilər. Qida zəhərlənmələri, bakterial və virus infeksiyaları, həmçinin kimyəvi maddələrdən qaynaqlanan xəstəliklər qida təhlükəsizliyinin əhəmiyyətini daha da artırır. Qlobal səviyyədə iqlim dəyişikliyi və ətraf mühitin çirklənməsi qida istehsalına mənfi təsir göstərir. İsti temperatur, quraqlıq və sel kimi iqlim hadisələri kənd təsərrüfatının məhsuldarlığını azaldır. Bundan əlavə, su ehtiyatlarının azalması və torpağın məhsuldarlığının düşməsi də ərzaq təhlükəsizliyini təhdid edir.

Qida təhlükəsizliyini təmin etmək üçün davamlı kənd təsərrüfatı metodları tətbiq edilməlidir. Orqanik əkinçilik, suyun qənaətlə istifadəsi və yerli məhsulların istehsalına üstünlük verilməsi bu sahədə əsas tədbirlərdir. Eyni zamanda, qida istehsalı və saxlanması prosesində gigiyena və sanitar qaydalara riayət edilməlidir.

Nəticə olaraq, ətraf mühitin mühafizəsi və qida təhlükəsizliyi məsələləri bir-biri ilə sıx bağlıdır. Bu sahədə davamlı və effektiv həll yolları qlobal miqyasda sağlam, balanslı və təhlükəsiz həyatın təmin edilməsi üçün vacibdir.

ƏDƏBIYYAT

1. https://www.un.org/ru/youthink/environment.shtml (дата обращения: 26.01.2025).
2. https://scienceforum.ru/2017/article/2017038608(дата обращения: 26.01.2025).
3. https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/food-safety (дата обращения: 26.01.2025).
4. https://afsa.gov.az/az/ictimaiyyetle-elaqeler/maariflendirme/orqanik-qida-mehsullari160
5. Amirli F.A., Aghamaliyev Z.Z., Abdullayeva I.G., Pashayeva Z.N.&Aghamaliyeva D.B. The role of nutrition in ensuring healthy living. Proceedings of Azerbaijan High Technical

Educational Institutions, 2(148), 2024, 629-638. DOI: 10.32010/mpmc2024.085
6. Ağamalıyev Z.Z., Abdullayeva İ.Q. Müasir insanın qida pəhrizi və çatışmamazlıqlar. International Conference dedicated to the 60th anniversary of the establishment of the Department of Technology of organic substances and high-molecular compounds. “Modern problems of macromolecular compound technology”. 25-26 Aprel 2024, p.151.
7. Abbasov V.M., Əmirli F.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Z.V., Quliyeva N.R. Qida kimyası. Dərslik. Bakı: Elm, 2023, 260 s.
8. Abbasov V.M., Qurbanov S.H., Əskərov V.E., Yusibov Y.Ə., Hacıyeva S.R., Əzizov R.E., Qasımov E.E., Əmirli F.Ə., Məmmədxanova S.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Ü.V., Məmmədli E.M. Qlobal ekoloji problemlər: səbəblər, həlli yolları, “yaşıl” enerji. Bakı: “Elm”, 2024, - 606 s.

ENVIRONMENT AND SAFE FOOD PRODUCTS

Khalilova Afsana[1], Agakishizade Arzu[2], Farajova Svetlana[3], Mammadova Khuraman[4]
1,2,3,4 MAKA,TEKTİ, BAKU, AZERBAIJAN
1,2,3 ,4 Creation of measuring systems, sistemlerinyaradilmasi@gmail.com
1 Engineer
2 Senior Researcher,
3 Researcher
4 Deputy Head of Department

ABSTRACT
Environmental protection and food safety are interrelated and inseparable issues. The implementation of sustainable development strategies allows achieving positive results in both areas. Every person should be responsible in this regard and contribute to ensuring a healthy environment and safe food supplies for future generations.
***Keywords**: environment, pollution, harmful substances, food products*

ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И БЕЗОПАСНЫЕ ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ

Халилова Афсана[1], Агакишизаде Арзу[2], Фараджова Светлана[3], Мамедова Хураман[4]

[1,2,3,4] Maka, Tekti, Баку, Азербайджан
[1,2,3,4] Создание систем измерения , sistemlerinyaradilmasi@gmail.com
[1]Инженер
[2]Старщий Научный сотрудник
[3]Научный сотрудник
[4]Заместитель начальника отдела

РЕЗЮМЕ
Охрана окружающей среды и безопасность пищевых продуктов — взаимосвязанные и неразделимые вопросы. Применение стратегий устойчивого развития позволяет добиться положительных результатов в обеих этих областях. Каждый человек должен взять на себя ответственность в этом отношении и внести свой вклад в обеспечение здоровой окружающей среды и безопасных поставок продовольствия для будущих поколений.
***Ключевые слова:** окружающая среда, загрязнение, вредные вещества, продукты питания*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1523

ОБНАРУЖЕНИЕ УГЛЕВОДОРОДНОГО ГАЗОВОГО ОБЛАКА В ЗОНЕ УТЕЧКИ ИЗ ГАЗОПРОВОДА

Алиева Гюнель Вагиф к.т.н.[1], Алиева Севда Салман , к.т.н.[2], Фатуллаев Акиф Аллахверди[3], Багиров Анар Ф.[4]

[1] Доцент Азербайджанского государственного университета нефти и промышленности, г. Баку, Азербайджанская Республика, Aliyeva.gunel.vqf@gmail.com, ORCID ID 0000-0002-9152-38305, моб. 050 284 39 54

[2] Ведущий научный сотрудник, Гидроекологический мониторинг и прогнозирование, институт Экологии, г. Баку, р.Наримановский, Азербайджанская Республика, sevdaaliyeva06.01@gmail.com, https://orcid.org/0009-0006-4740-4776, моб. 0555708019

[3] Главный инженер, Научно-Исследовательский Информационный Институт, г. Баку, Азербайджанская Республика, sfatullayev@mail.ru, тел (012) 5636126

[4] аспирант Национальное Аэрокосмическое Агентство, г.Баку, Азербайджанская Республика, anarbaghirov01@gmail.com

АННОТАЦИЯ

Предложен метод дистанционного обнаружения метанового облака, возникшего из-за утечки из газопроводов. Осуществлена оптимизации предлагаемого измерителя в результате чего выявлены два режима его работы: (а) Режим измерения больших концентраций метана; (б) Режим измерения малых концентраций метана Даны рекомендации по реализации процедур измерений, соответствующих выбранному режиму измерений.

Ключевые слова: метановое облако, дистанционное обнаружение, пассивное зондирование, оптимизация, газопроводы

Введение

Одним из наиболее распространенным методов обнаружения утечки метана является метод дифференциальной абсорбции. В свою очередь этот метод может быть реализован в двух вариантах [4-6].

1) Измерение на одной длине волны на двух дистанциях;
2) Измерение на двух длинах волн на фиксированной дистанции.

В первом случае, измерения метанового облака осуществляется дистанционно используя кюветные измерители, где кювета заполнена метаном определенной концентрации.

Во втором случае, дистанционное измерение метанового облака измеряется без кюветным измерителем на двух длинах волн на фиксированной дистанции. При этом длины волн выбираются таким образом, чтобы одна из них попадало бы в центр контура поглощения метана, а вторая летала в краю этого контура.

Несколько подробно рассмотрим одну из реализаций второго варианта [7].

Функциональная схема одного канала соответствующего устройства показана на рис. 1 [7].

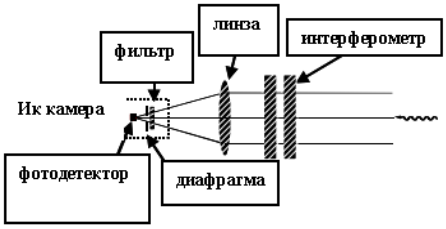


Рис. 1. Функциональная схема измерителя метанового облака

Вкратце рассмотрим основные соотношения измерительных параметров в этом варианте [7]. Измерения проводятся в диапазоне инфракрасного излучения, в котором для обозначения спектральной зоны измерений используются не длины волн, а волновые числа. Хорошо известно, что между длиной волны и волновым числом имеется однозначная связь. Указанная связь достаточно проста и волновое число определяется как единица деленная на длину волны, выраженную в сантиметрах.(Например, если единицу делить на 7,68 мкм (длина волны поглощения метана), выраженную в сантиметрах получим 1302 см$^{-1}$). Для таких измерений часто используются длины волн, соответствующие волновым числам 1304 см$^{-1}$ и 1325 см$^{-1}$. На 1304 см$^{-1}$, измерение осуществляется в центре контура поглощения метана, а на 1325 см$^{-1}$ в самом краю этого контура.

Следовательно, при отсутствии метанового облака, атмосферные прозрачности по указанным каналам могут быть оценены как

$$\tau_{A_1} = \exp(-k_1 R) \quad (1)$$

$$\tau_{A_2} = \exp(-k_2 R) \quad (2)$$

В формулах (1), (2) k_1и k_2 являются коэффициентами атмосферного ослабления, рассчитанными на промежуток длиной 1 метр. В первом диапазоне измерений суммарная мощность оптического излучения на входе измерителя определяется как [7].

$$N_1 = \left(N_{B_1} \cdot \varepsilon_{B_1} \cdot \tau_{C_1} \cdot \tau_{A_1}\right) + N_C\left(1 - \tau_{C_1}\right) \cdot \tau_{A_1} + N_A\left(1 - \tau_{A_1}\right) \quad (3)$$

где N_B-мощность оптического излучения фона; N_C-мощность оптического излучения метанового облака; N_A-мощность оптического излучения атмосферы; ε_{B_1}-коэффициент излучения фона; τ_{C_1}-оптическая прозрачность метанового облака на первом диапазоне; τ_{A_1}-оптическая прозрачно атмосферы на первом диапазоне.

Аналогично (3) для диапазона 1325 см$^{-1}$ напишем

$$N_2 = \left(N_{B_2} \cdot \varepsilon_{B_2} \cdot \tau_{C_2} \cdot \tau_{A_2}\right) + N_C\left(1 - \tau_{C_2}\right) \cdot \tau_{A_2} + N_A\left(1 - \tau_{A_2}\right) \quad (4)$$

Приняв равновесное состояние между мощностью излучения метанового облако и атмосферы, т.е.

$$N_A = N_C \quad (5)$$

а также $\varepsilon_{B_1} = \varepsilon_{B_2}$, из (1)-(5) получим

$$\frac{\tau_{C_1}}{\tau_{C_2}} = \frac{\tau_{A_2}(N_1 - N_A)}{\tau_{A_1}(N_2 - N_A)} \quad (6)$$

Таким образом, полученное выражение (6) позволяет оценить содержание метана в атмосфере.

Вместе с тем, если учесть неоднородность метанового облака на разных направлениях измерения имеет смысл проводить измерения и на других трассах вдоль метанового облака

и затем усреднить полученный результат. Таким образом, предлагается третий вариант измерений: Измерения на двух длинах волн на различных по длине расстояниях.

Материалы и методы

Измерение метанового облака на различных расстояниях иллюстрируется на рис. 2.

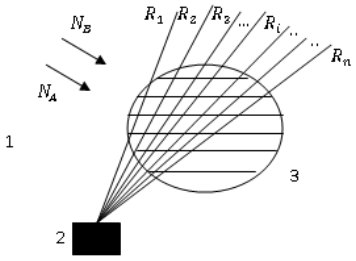


Рис. 2. Схематическое представление измерения метанового облака на различных расстояниях. Цифрами обозначены 1-атмосфера; 2-измеритель; 3-метановое облако; $R_1 - R_n$– дистанции измерений; N_B, N_A-фоновая и атмосферная оптические мощности измерения.

Далее считаем, что как на первом диапазоне длин волн λ_1, соответствующей 1304 см$^{-1}$, так и на втором диапазоне λ_2, соответствующей 1325 см$^{-1}$ измерения могут проводится на расстояниях $R = (R_1 - R_n)$, или $(R_0 - R_{max})$.

В этом случае, итоговая формула (6) с учетом (1), (2) может быть записана как

$$\frac{\tau_{C_1}}{\tau_{C_2}} = \frac{[\exp(-k_1 R_1)](N_1 - N_A)}{[\exp(-k_2 R_2)](N_2 - N_A)} = [\exp(-k_1 R_1 + k_2 R_2)]\left[\frac{N_1 - N_A}{N_2 - N_A}\right] \quad (7)$$

Рассмотрим случай взаимозависимого выбора дистанций R_1 и R_2, т.е. введем на рассмотрение функцию

$$R_1 = f(R_2) \quad (8)$$

С учетом (7) и (8) составим следующий функционал

$$\tau_{C_1 C_p} = \frac{1}{R_{2max}} \int_{R_0}^{R_{2max}} \tau_{C_2} [\exp(-k_1 f(R_1) + k_2 R_2)]\left[\frac{N_1 - N_A}{N_2 - N_A}\right] dR_2 \quad (9)$$

Таким образом ставится задача определения оптимальной функции $f(R_2)$, при которой $\tau_{C_1 C_p}$ достиг бы экстремальной величины. Для решения вышеуказанной задачи оптимизации наложим на функцию $f(R_2)$ следующее ограничительное условие

$$\int_{R_0}^{R_{2max}} f(R_2)\, dR_2 = C; \quad C = const \quad (10)$$

Геометрический смысл ограничения (9) в дуальном варианте выбора возможных функций показан на рис. 3.

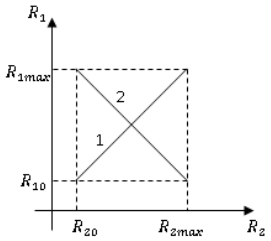


Рис. 3. Геометрический смысл условия ограничения (10) в дуальном варианте линейной взаимосвязи R_1 и R_2

С учетом выражений (9) и (10) сформируем целевой функционал F безусловной вариационной оптимизации; условно приняв $R_0 = 0$

$$F = \frac{1}{R_{2max}} \int_0^{R_{2max}} \tau_{C_2} \left[\exp(-k_1 f(R_1) + k_2 R_2)\right] \left[\frac{N_1 - N_A}{N_2 - N_A}\right] dR_2 + \gamma \left[\int_0^{R_{2max}} f(R_2)\, dR_2 - C\right] \tag{11}$$

где γ-множитель Лагранжа.

Согласно [8] решение оптимизационной задачи (11) должно удовлетворить следующему условию

$$\frac{d\left\{\frac{1}{R_{2max}} \int_0^{R_{2max}} \tau_{C_2} [\exp(-k_1 f(R_1) + k_2 R_2)] \left[\frac{N_1 - N_0}{N_2 - N_A}\right] + \gamma f(R_2)\right\}}{df(R_2)} = 0 \tag{12}$$

Из выражения (12) получаем

$$-\frac{1}{R_{2max}} \tau_{C_2} k_1 \exp(-k_1 f(R_1) + k_2 R_2) \left[\frac{N_1 - N_0}{N_2 - N_A}\right] + \gamma = 0 \tag{13}$$

Из выражения (13) находим

$$\exp(-k_1 f(R_1) + k_2 R_2) = \frac{\gamma R_{2max}}{\tau_{C_2} k_1 \left[\frac{N_1 - N_0}{N_2 - N_A}\right]} \tag{14}$$

Из выражения, осуществив логарифмирование, получим

$$-k_1 f(R_1) + k_2 R_2 = \ln \left[\frac{\gamma R_{2max}}{\tau_{C_2} k_1 \left[\frac{N_1 - N_0}{N_2 - N_A}\right]}\right] \tag{15}$$

Из выражения (15) окончательно находим

$$R_1 = f(R_2) = \frac{k_2 R_2}{k_1} + \ln \left[\frac{\tau_{C_2} k_1 \left[\frac{N_1 - N_0}{N_2 - N_A}\right]}{\gamma R_{2max}}\right] \tag{16}$$

При решении (15) функционал F достигает минимума, т.к. производная (13) по $f(R_2)$ оказывается всегда положительной величиной.

Обсуждение

Следовательно при линейной растущей зависимости R_1 от R_2 (линия 1 на рис. 3) получаем режим измерений больших концентраций метана в воздухе, когда τ_{C_1} оказывается на минимуме. Таким образом, зависимость (16) может быть рекомендован для измерения больших концентраций метана в воздухе. Эвристически, для измерения малых концентраций можно предложить режим обратный линейной зависимости R_1 от R_2, которой соответствует линия 2 на рис. 3. В этом случае, предположительно будут фиксироваться большие значения $\tau_{C_1 C_p}$, что соответствует малым концентрациям метана в воздухе.

Заключение

1. Предложен интегральный пассивный метод дистанционного обнаружения метанового облака, возникшего из-за утечки из газопроводов.
2. Осуществлена оптимизации предлагаемого измерителя в результате чего выявлены два режима его работы:
   - Режим измерения больших концентраций метана
   - Режим измерения малых концентраций метана

3. Данные рекомендации по реализации процедур измерений, соответствующих выбранному режиму измерений.

Литература

1. Yu Z., Yiding W., Li L., et al. Analysis of the principle and processing technology of methane infrared absorption spectroscopy// Spectroscopy and spectral analysis. 2008. 28(11). P. 2515-2519.
2. Li J., Parchatka U., Fischer H. Development of field-deployable QCL sensor for simultaneous detection of ambient N_2O and CO// Sensors & Actuators: B. Chemical. 2013. 182.
3. Jianguang S. Research on the detection method of infrared methane gas sensor// Metrics and testing technology. 2018. 45(07). Pp. 90-93.
4. Cosofret B. R., Marinelli W. J., Ustun T., Gittins C. M., et al. Passive infrared imaging sensor for standoff detection of methane leaks// Optics east chemical and biological standoff detection II. Philadelphia, 25-28 October 2004.
5. Эльсгольц Л. Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление// М. Наука. 1974. С. 472.

Qaz kəmərində sızma zonasında karbohidrogen qaz buludunun aşkarlanması

Günel Vaqif qızı Əliyeva, texnika üzrə fəlsəfə doktoru[1], Sevda Salman qızı Əliyeva, texnika üzrə fəlsəfə doktoru[2], Akif Allahverdi oğlu Fətullayev[3], Anar F. Bağırov[4]

[1]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin dosenti, Bakı, Azərbaycan Respublikası. E-poçt: Aliyeva.gunel.vqf@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9152-38305, mob: 050 284 39 54
[2]Aparıcı elmi işçi, Hidroekoloji monitorinq və proqnozlaşdırma şöbəsi, Ekologiya İnstitutu, Bakı, Nərimanov rayonu, Azərbaycan Respublikası. E-poçt: sevdaaliyeva06.01@gmail.com, ORCID: https://orcid.org/0009-0006-4740-4776, mob: 055 570 80 19
[3]Baş mühəndis, Elmi-Tədqiqat İnformasiya İnstitutu, Bakı, Azərbaycan Respublikası. E-poçt: sfatullayev@mail.ru, tel: (012) 563 61 26
[4]Doktorant, Milli Aerokosmik Agentlik, Bakı, Azərbaycan Respublikası. E-poçt: anarbaghirov01@gmail.com

Xülasə

Qaz kəmərlərində baş verən sızmalar nəticəsində formalaşan metan qazı buludunun məsafədən aşkarlanması üçün metod təklif olunmuşdur. Təklif edilən ölçü cihazının optimallaşdırılması nəticəsində onun iki əsas iş rejimi müəyyən edilmişdir:
(a) Yüksək metan konsentrasiyalarının ölçülməsi rejimi;
(b) Aşağı metan konsentrasiyalarının ölçülməsi rejimi.
Hər bir rejimə uyğun olaraq ölçmə prosedurlarının həyata keçirilməsi üçün tövsiyələr verilmişdir.

Açar sözlər: Metan buludu, məsafədən aşkarlama, passiv zondlama, optimallaşdırma, qaz kəmərləri

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1528

İDMAN MALLARININ İSTEHLAK XASSƏLƏRİNİ FORMALAŞDIRAN AMİLLƏRİN TƏDQİQİ

Tofiq Osmanov[1], Anar İmanov[2]

[1,2] Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti
[1,2] "İqtisadi və texnoloji elmlər" kafedrası
[1] dosent, texniki elmlər namizədi, tofiq.osmanov@unec.edu.az
[2] magistr, 44.anarimanov@gmail.com

Xülasə

Müasir cəmiyyətdə idman və fiziki aktivlik sağlam həyat tərzinin ayrılmaz hissəsinə çevrilmişdir. Bununla əlaqədar olaraq, idman mallarına olan tələbat da artmış və istehlakçıların bu məhsullardan gözləntiləri daha da yüksəlmişdir. İdman mallarının istehlak xassələrinin formalaşmasına təsir göstərən amillərin araşdırılması bazar tələblərinin daha yaxşı başa düşülməsi və keyfiyyətli məhsulların hazırlanması baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu məqalə çərçivəsində idman mallarının istehlak xassələrinə təsir edən texnoloji, ekoloji, istehsal və istehlakçı yönümlü faktorlar geniş şəkildə tədqiq olunmuşdur.

İdman mallarının keyfiyyəti onların istehsalında istifadə edilən materiallardan, texnoloji proseslərdən və dizayn prinsiplərindən asılıdır. Müasir dövrdə bu məhsulların istehsalında yüksək texnologiyalı materiallardan, o cümlədən nəfəs alan tekstil, antibakterial örtüklər, elastik və eyni zamanda yüngül polimer və kompozit materiallardan istifadə olunur. Bu amillər idman mallarının davamlılığına, istifadə rahatlığına və funksionallığına birbaşa təsir göstərir. Bundan əlavə, idman mallarının istehsalında tətbiq olunan innovativ metodlar, məsələn, 3D çap texnologiyaları, lazer kəsmə və nanomateriallar kimi texnologiyalar məhsulların keyfiyyətini və bazardakı rəqabət qabiliyyətini artırır.

İdman mallarının dizaynı və erqonomik xüsusiyyətləri onların istehlakçılar üçün cəlbediciliyini və istifadəyə yararlılığını müəyyən edən əsas faktorlar sırasındadır. İdman malları insan anatomiyasına və fizioloji xüsusiyyətlərinə uyğun dizayn edildikdə, onların funksionallığı və effektivliyi artır. Bu baxımdan, idman geyimləri, ayaqqabılar və aksesuarların istehsalında insan bədəninin hərəkət dinamikasını nəzərə alan erqonomik prinsiplər tətbiq edilir. Dizaynın düzgün tərtib olunması yalnız rahatlığı deyil, eyni zamanda idmançının performansına da müsbət təsir göstərir.

Ekoloji amillər də idman mallarının istehlak xassələrinə mühüm təsir göstərən faktorlardan biridir. Son illərdə ekoloji cəhətdən təmiz və davamlı materialların istifadəsi getdikcə populyarlaşır. Təkrar emal edilə bilən materiallardan hazırlanmış idman malları, ətraf mühitə təsirin azaldılması baxımından əhəmiyyətli hesab edilir. Eyni zamanda, istehsal prosesində enerji qənaət edən texnologiyalardan və ekoloji standartlara uyğun xammallardan istifadə olunması məhsulların ekoloji dayanıqlığını təmin edir.

İstehlakçı tələbləri və bazar trendləri də idman mallarının istehlak xassələrinin formalaşmasına təsir edən mühüm amillərdən biridir. Müasir dövrdə istehlakçılar məhsulun keyfiyyətinə, funksionallığına və dizaynına xüsusi diqqət yetirirlər. Rahatlıq, davamlılıq, estetik görünüş və ekoloji təmizlik istehlakçıların məhsul seçimini müəyyən edən əsas kriteriyalardır. Bununla

yanaşı, idman mallarının qiyməti və brend dəyəri də istehlakçılar üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Tanınmış markaların istehsal etdiyi məhsullar daha çox etibar qazansa da, münasib qiymətə keyfiyyətli alternativlər də bazarda rəqabət aparmaqdadır.
Nəticə olaraq, idman mallarının istehlak xassələri onların istehsalında istifadə olunan materiallar, texnologiyalar, dizayn prinsipləri, ekoloji faktorlar və istehlakçı tələbləri kimi müxtəlif amillərdən asılıdır. Bu amillərin hər biri məhsulun keyfiyyətini, funksionallığını və bazardakı mövqeyini müəyyən edir. Müasir istehsal texnologiyalarının tətbiqi və istehlakçıların dəyişən tələbləri idman sənayesində innovativ həllərin inkişafını stimullaşdırır. Bununla yanaşı, ekoloji dayanıqlılığın təmin edilməsi və istehlakçı gözləntilərinə uyğun məhsulların hazırlanması idman malları sənayesinin gələcək inkişaf perspektivlərini müəyyən edən əsas istiqamətlərdən biri olaraq qalır.
Açar sözlər: *idman malları, istehlak xüsusiyyətləri, keyfiyyət amilləri.*

GİRİŞ

İdman malları müasir dövrdə insanların fiziki aktivliyini və sağlam həyat tərzini təmin etmək üçün geniş istifadə olunan məhsullar qrupuna daxildir. Bu məhsulların keyfiyyəti, funksionallığı və istehlakçının tələblərinə uyğunluğu idman fəaliyyətlərinin səmərəliliyinə birbaşa təsir göstərir. İdman mallarının istehlak xassələri müxtəlif amillərdən asılıdır və bu amillərin tədqiq edilməsi istehlakçılar üçün daha uyğun və keyfiyyətli məhsulların seçilməsində vacib rol oynayır.

İdman mallarının istehlak xüsusiyyətlərini formalaşdıran əsas amillər arasında istifadə olunan materiallar, texnoloji istehsal prosesləri, dizayn və erqonomika, ekoloji amillər, bazar tələbləri və istehlakçı davranışları mühüm yer tutur. Bu amillərin hər biri idman mallarının keyfiyyətinə, davamlılığına və rahatlığına təsir göstərərək onların bazar dəyərini və rəqabət qabiliyyətini müəyyənləşdirir.

Bu məqalədə idman mallarının istehlak xassələrini formalaşdıran amillər geniş şəkildə araşdırılacaq, onların istehsal prosesində və istehlak bazarında rolu təhlil ediləcəkdir. Eyni zamanda, idman məhsullarının keyfiyyət göstəricilərinə təsir edən innovativ yanaşmalar və müasir texnologiyaların tətbiqi məsələləri də müzakirə olunacaqdır.

1. İdman Mallarının İstehlak Xassələrinin Ümumi Xarakteristikası.

İdman mallarının istehlak xüsusiyyətləri onların funksional, texniki və estetik parametrlərinə əsaslanır. Bu xassələr aşağıdakı meyarlara görə qiymətləndirilə bilər:

Keyfiyyət və davamlılıq: İdman mallarının uzunmüddətli istifadəyə uyğun olması onların keyfiyyətinin əsas göstəricilərindən biridir. Məsələn, idman ayaqqabılarının aşınmaya davamlı olması, elastikliyini qoruması və rahatlığı vacib amillərdir.

Materialın xüsusiyyətləri: İdman mallarının hazırlanmasında istifadə olunan materiallar onların funksionallığını və istifadə rahatlığını müəyyənləşdirir. Təbii və süni materialların kombinasiyası məhsulun elastikliyini, nəfəsalma qabiliyyətini və dözümlülüyünü artırır.

Dizayn və erqonomika: İdman mallarının insan anatomiyasına uyğun dizayn edilməsi onların rahatlığını və effektivliyini artırır. Bu, xüsusilə idman geyimləri və aksesuarlarında mühüm rol oynayır.

Təhlükəsizlik və ekoloji amillər: İstehlakçılar üçün idman mallarının təhlükəsizliyi və ekoloji cəhətdən uyğunluğu da önəmli amillərdən biridir. Zərərli kimyəvi maddələrdən istifadə edilməməsi, təkrar emala uyğunluq və ekoloji dayanıqlılıq müasir istehlak bazarında tələb olunan xüsusiyyətlərdəndir.

2. İdman Mallarının Keyfiyyətinə Təsir Edən Əsas Amillər

İdman mallarının keyfiyyətini müəyyən edən bir sıra faktorlar mövcuddur. Bu faktorlar həm istehsal prosesində, həm də istifadə müddətində məhsulun effektivliyinə təsir edir.

Material və texnologiyalar: Müasir idman malları yüksək texnologiyalı materiallardan hazırlanır. Məsələn, nəfəs alan tekstil materialları, antibakterial örtüklər, elastik və yüngül kompozit materiallar məhsulların keyfiyyətini artırır.

İstehsal texnologiyaları: İstehsal prosesində tətbiq olunan innovativ texnologiyalar məhsulların keyfiyyətinə birbaşa təsir göstərir. Lazer kəsmə, 3D çap texnologiyaları, nanomateriallar və digər müasir metodlar idman mallarının istehlak xassələrini təkmilləşdirir.

Standartlar və sertifikatlaşdırma: İdman mallarının beynəlxalq keyfiyyət standartlarına uyğun olması onların bazarda rəqabət qabiliyyətini artırır. Məsələn, ISO sertifikatları və digər beynəlxalq keyfiyyət göstəriciləri istehlakçılar üçün etibarlı seçim imkanı yaradır.

İstehlakçı tələbləri və bazar trendləri: Müasir istehlakçıların gözləntiləri daim dəyişir. Buna görə də, idman mallarının dizaynı, funksionallığı və materialları bazar tələblərinə uyğunlaşdırılmalıdır.

3. İstehlakçıların İdman Mallarına Tələbləri

İdman malları bazarında istehlakçı davranışları və seçimləri müxtəlif amillərlə müəyyən edilir. İnsanlar adətən aşağıdakı kriteriyalara əsasən məhsul seçimi edirlər:

Rahatlıq və funksionallıq: İdman geyimləri və aksesuarlarının rahatlığı onların gündəlik və peşəkar istifadə üçün uyğun olub-olmamasını müəyyən edir.

Davamlılıq və uzunömürlülük: İstehlakçılar uzun müddət keyfiyyətini saxlayan məhsullara üstünlük verirlər.

Ekoloji təmizlik: Müasir dövrdə ekoloji cəhətdən təmiz və davamlı materiallardan hazırlanmış idman mallarına tələbat artmaqdadır.

Qiymət və brend faktoru: İstehlakçılar tanınmış brendlərin məhsullarına daha çox etibar edirlər, lakin eyni zamanda münasib qiymətli və keyfiyyətli alternativlər də populyarlıq qazanır.

4. Müasir Texnologiyaların İdman Mallarına Təsiri.

Texnologiyaların inkişafı idman mallarının istehlak xassələrinə birbaşa təsir göstərir. Hazırda idman sənayesində aşağıdakı texnologiyalar geniş istifadə olunur:

Ağıllı geyim texnologiyaları: Biometrik sensorlarla təchiz olunmuş idman geyimləri istifadəçilərin sağlamlıq göstəricilərini izləməyə imkan yaradır.

3D çap və fərdi istehsal: 3D çap texnologiyaları sayəsində fərdi idman malları istehsal edilir. Bu, xüsusilə fərdi idman ayaqqabıları və protezlər üçün geniş tətbiq edilir.

Ekoloji davamlı texnologiyalar: Təkrar emal olunmuş materiallardan istifadə və ekoloji təmiz istehsal prosesləri idman sənayesində yeni meyarlara çevrilmişdir.

İdman mallarının istehlak xassələri bir sıra amillərlə formalaşır və bu amillərin hər biri məhsulun keyfiyyətinə, funksionallığına və bazardakı rəqabət qabiliyyətinə təsir göstərir. Müasir istehsal texnologiyalarının inkişafı və istehlakçıların dəyişən tələbləri idman sənayesində innovasiyaların tətbiqini zəruri edir. Keyfiyyətli materiallar, erqonomik dizayn, ekoloji təmizlik və yüksək texnologiyalar idman mallarının istehlakçılar üçün daha cəlbedici olmasına kömək edir.

Bu tədqiqat nəticəsində idman mallarının keyfiyyətinə və istehlak xüsusiyyətlərinə təsir edən amillər geniş şəkildə təhlil olunmuş, onların inkişaf perspektivləri araşdırılmışdır. Gələcəkdə texnoloji yeniliklərin tətbiqi ilə bu sahədə daha da keyfiyyətli və funksional məhsulların istehsalı mümkündür.

Ədəbiyyat
1. 2021 - İdman avadanlıqlarının keyfiyyət göstəriciləri və istehlak xassələri.– R.Əliyev
2. 2018 - İstehlakçı davranışı və idman mallarının bazar tələbatı.– E.Həsənov
3. 2023 - İdman sənayesində material elmləri və onların tətbiq sahələri. – C.Nəbiyev
4. 2020 - Sports Equipment Technology and Design.– D.Spalding
5. 2021 - Consumer Preferences in Sportswear and Equipment. – M.Johnson
6. 2020 - İdman geyimləri və aksesuarlarının istehsalında innovativ texnologiyalar.– T.Hüseynov
7. 2019 - Innovations in Sports Materials.– S.Patel
8. 2019 - Технологии производства спортивного инвентаря. – П.Иванов.
9. 2022 - İdman məhsullarının ekoloji cəhətdən təhlili və bazar tendensiyaları. – F. Quliyev
10. 2023 - Интеллектуальные технологии в спортивной индустрии.- Н.Ковалёв

Research of factors shapıng the consumption propertıes of sporting goods

Tofıg Osmanov[1], Anar Imanov[2]

[1,2] Azerbaijan State University of Economics (UNEC)
[1,2] "Economics and Technological Sciences" department
[1] Associate Professor, Ph.D in Engineering, tofiq.osmanov@unec.edu.az
[2] Master student, 44.anarimanov@gmail.com

ABSTRACT

In modern society, sports and physical activity have become an integral part of a healthy lifestyle. In this regard, the demand for sports goods has also increased, and consumers' expectations from these products have become even higher. The study of factors affecting the formation of consumer properties of sports goods is of great importance in terms of better understanding market demands and the development of quality products. Within the framework of this article, technological, environmental, production and consumer-oriented factors affecting the consumer properties of sports goods have been extensively studied.

The quality of sports goods depends on the materials, technological processes and design principles used in their production. In modern times, high-tech materials are used in the production of these products, including breathable textiles, antibacterial coatings, elastic and at the same time lightweight polymer and composite materials. These factors directly affect the durability, ease of use and functionality of sports goods. In addition, innovative methods applied in the production of sports goods, such as 3D printing technologies, laser cutting and nanomaterials, increase the quality of products and their competitiveness in the market.

The design and ergonomic features of sporting goods are among the main factors that determine their attractiveness and usability for consumers. When sporting goods are designed in accordance with human anatomy and physiological characteristics, their functionality and effectiveness increase. In this regard, ergonomic principles that take into account the dynamics of human body movement are applied in the production of sportswear, shoes and accessories. Proper design has a positive effect not only on comfort, but also on the athlete's performance.

Environmental factors are also one of the factors that significantly affect the consumer properties of sporting goods. In recent years, the use of environmentally friendly and durable materials has become increasingly popular. Sports goods made from recyclable materials are considered important in terms of reducing environmental impact. At the same time, the use of energy-saving

technologies and raw materials in accordance with environmental standards in the production process ensures the environmental sustainability of products.
Consumer demands and market trends are also important factors that influence the formation of consumer properties of sporting goods. In modern times, consumers pay special attention to product quality, functionality and design. Comfort, durability, aesthetic appearance and environmental friendliness are the main criteria that determine the choice of products by consumers. In addition, the price and brand value of sporting goods are also of great importance to consumers. Although products produced by well-known brands are gaining more trust, affordable quality alternatives are also competing in the market.
As a result, the consumer properties of sporting goods depend on various factors such as the materials used in their production, technologies, design principles, environmental factors and consumer requirements. Each of these factors determines the quality, functionality and market position of the product. The application of modern production technologies and changing consumer requirements stimulate the development of innovative solutions in the sports industry. At the same time, ensuring environmental sustainability and developing products that meet consumer expectations remain one of the main directions determining the future development prospects of the sporting goods industry.

Keywords: *sporting goods, consumer characteristics, quality factors.*

Исследование факторов, формирующих потребительские свойства спортивных товаров

Тофик Османов[1], Анар Иманов[2]

[1,2]Азербайджанский Государственный Экономический Университет,
[1,2] Кафедра "Экономических и технологических наук",
[1]Доцент, философии по техническим наукам, tofiq.osmanov@unec.edu.az
[2] Магистрант, 44.anarimanov@gmail.com

РЕЗЮМЕ

В современном обществе спорт и физическая активность стали неотъемлемой частью здорового образа жизни. В связи с этим также увеличился спрос на спортивные товары, а ожидания потребителей в отношении этих товаров еще больше возросли. Изучение факторов, влияющих на формирование потребительских свойств спортивных товаров, имеет большое значение для лучшего понимания потребностей рынка и разработки качественной продукции. В рамках данной статьи подробно изучены технологические, экологические, производственные и потребительские факторы, влияющие на потребительские свойства спортивных товаров.
Качество спортивных товаров зависит от материалов, технологических процессов и принципов проектирования, используемых при их производстве. В настоящее время при производстве этих изделий используются высокотехнологичные материалы, в том числе дышащие ткани, антибактериальные покрытия, эластичные и в то же время легкие

полимерные и композитные материалы. Эти факторы напрямую влияют на долговечность, удобство использования и функциональность спортивных товаров.

Кроме того, инновационные методы, применяемые в производстве спортивных товаров, такие как технологии 3D-печати, лазерная резка и наноматериалы, повышают качество продукции и ее конкурентоспособность на рынке.

Дизайн и эргономические характеристики спортивных товаров являются одними из ключевых факторов, определяющих их привлекательность и удобство использования для потребителей. Когда спортивные товары проектируются с учетом анатомии и физиологических особенностей человека, их функциональность и эффективность возрастают. В связи с этим при производстве спортивной одежды, обуви и аксессуаров применяются эргономические принципы, учитывающие динамику движений человеческого тела. Правильный дизайн не только повышает комфорт, но и положительно влияет на результаты спортсмена.

Факторы окружающей среды также являются одними из факторов, существенно влияющих на потребительские свойства спортивных товаров. В последние годы все большую популярность приобретает использование экологически чистых и устойчивых материалов. Спортивные товары, изготовленные из перерабатываемых материалов, считаются важными с точки зрения снижения воздействия на окружающую среду. При этом использование в процессе производства энергосберегающих технологий и сырья, соответствующего экологическим стандартам, обеспечивает экологическую устойчивость продукции.

Потребительский спрос и тенденции рынка также являются важными факторами, влияющими на формирование потребительских свойств спортивных товаров. В наше время потребители уделяют особое внимание качеству, функциональности и дизайну продукции. Комфорт, долговечность, эстетичный внешний вид и экологичность — основные критерии, определяющие выбор продукции потребителями. Однако цена и ценность бренда спортивных товаров также имеют большое значение для потребителей. Хотя продукция известных брендов завоевывает все большее доверие, на рынке также конкурируют доступные и качественные альтернативы.

В результате потребительские свойства спортивных товаров зависят от различных факторов, таких как материалы, используемые при их производстве, технологии, принципы конструирования, факторы окружающей среды и требования потребителей. Каждый из этих факторов определяет качество, функциональность и положение продукта на рынке. Внедрение современных технологий производства и изменение запросов потребителей стимулируют развитие инновационных решений в спортивной индустрии. При этом обеспечение экологической устойчивости и разработка продукции, отвечающей ожиданиям потребителей, остается одним из основных направлений, определяющих дальнейшие перспективы развития индустрии спортивных товаров.

Ключевые слова: *спортивные товары, потребительские характеристики, показатели качества.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1534

MARMELAD-PASTİLA MƏMULATININ ÇEŞİDİ VƏ KEYFİYYƏT EKSPERTİZASI

Ariz Məmmədov

Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti,"İqtisadi və texnoloji elmlər" kafedrası, Bakı, Azərbaycan
magistr, mubarizmedov1973@gmail.com

Xülasə

Qida sənayesində şirniyyat məmulatlarının keyfiyyəti və çeşidi daim təkmilləşdirilməkdədir. Marmelad və pastila kimi məhsullar dad xüsusiyyətləri, ekoloji təmizliyi və insan sağlamlığına olan müsbət təsiri ilə seçilir. Bu məqalə marmelad-pastila məmulatlarının növlərini, istehsal texnologiyasını və keyfiyyət göstəricilərini əhatə edərək onların ekspertizasının aparılmasına dair geniş məlumat təqdim edir.

Marmelad və pastilanın növləri əsasən xammal tərkibinə, hazırlanma texnologiyasına və konsistensiyasına görə təsnif edilir. Marmelad əsasən meyvə-püre tərkibli, şəkər və jelləşdirici maddələr əsasında hazırlanır. Tərkibində pektin, agar-agar və ya jelatin olan marmeladlar fərqli tekstura və elastikliyə malikdir. Meyvə əsaslı, jelləşdirilmiş, şəkərsiz və vitaminləşdirilmiş marmelad növləri müasir bazarda geniş yayılmışdır. Pastila isə əsasən meyvə püresi, şəkər və yumurta ağı ilə hazırlanan hava teksturalı şirniyyat növüdür. Pastilanın klassik, zefirvari və müasir qida əlavələri ilə zənginləşdirilmiş növləri mövcuddur.

Keyfiyyət ekspertizası istehsal texnologiyasının normativlərə uyğunluğunu, xammalın və son məhsulun təhlükəsizlik göstəricilərini yoxlamaq məqsədilə aparılır. Bu ekspertiza prosesində məhsulun kimyəvi, fiziki və mikrobioloji xüsusiyyətləri qiymətləndirilir. Marmelad və pastilanın keyfiyyət göstəriciləri arasında nəmlik dərəcəsi, quruluş və konsistensiya, organoleptik xüsusiyyətlər (rəng, dad, qoxu, tekstura), qida tərkibi (şəkər, turşu, pektin miqdarı) və saxlama müddəti kimi amillər yer alır.

Bu məhsulların sağlamlığa təsiri tərkibində olan pektin və təbii liflərin həzm sisteminə müsbət təsiri ilə əlaqəlidir. Şəkərsiz və pəhriz marmelad növləri diabetik və sağlam qidalanma prinsiplərinə uyğun istehlakçılar üçün nəzərdə tutulmuşdur. Bununla yanaşı, pastila və marmeladın tərkibindəki süni konservantların miqdarının normativlərə uyğun olması vacibdir.

Məqalə həmçinin müasir qida texnologiyalarının və innovativ istehsal üsullarının marmelad-pastila məhsullarının keyfiyyətinə necə təsir etdiyini araşdırır. Bu sahədə ekoloji təmiz məhsulların istehsalına üstünlük verilməsi, GMO-suz və təbii tərkibli xammalların istifadəsinin artırılması istehlakçı tələbatını yüksəltməkdədir.

Nəticə olaraq, marmelad və pastila məmulatlarının çeşidlərinin zənginləşdirilməsi və keyfiyyətinin yüksəldilməsi qida sənayesində əsas inkişaf istiqamətlərindən biridir. Məhsulun ekspertizası isə onun təhlükəsizlik və qida dəyəri baxımından standartlara cavab verdiyini təsdiqləyən mühüm prosesdir.

Açar sözlər: *Marmelad, qida təhlükəsizliyi, keyfiyyət ekspertizası.*

GİRİŞ

Marmelad və pastila məhsulları, xüsusilə şirin qida məhsullarının arasında, həm təbii

tərkibi, həm də müxtəlif istehsal texnologiyaları ilə seçilir. Bu məhsullar, çoxsaylı istehlakçı tələblərinə cavab verərək, dünya bazarlarında geniş yer tutmuşdur. Marmelad, meyvə və giləmeyvələrdən hazırlanaraq şəkər və digər maddələrlə qarışdırılaraq jelləşdirilən bir şirniyyat növüdür. Pastila isə, əsasən meyvə püresi ilə hazırlanır və qurudulmuş şəkildə istehsal olunur. Hər iki məhsulun əsas xüsusiyyəti, tərkiblərində təbii maddələrdən istifadə olunması və istehsal proseslərində minimum konservantlardan istifadə edilməsidir.

Bu məhsulların çeşidi, müxtəlif meyvə növlərinin istifadəsi ilə genişlənir. Yalnız ənənəvi meyvə növləri deyil, həm də ekzotik meyvələr və ədviyyatlar ilə zənginləşdirilmiş variantlar bazara təqdim edilir. Marmelad və pastila istehsalında istifadə olunan xammalların keyfiyyəti, məhsulun son nəticəsinə birbaşa təsir edir. Təbii ki, bu məhsulların istehsalında keyfiyyətə nəzarət çox vacibdir, çünki məhsulun təzəliyi, dadı, rəngi və teksturası istifadə olunan xammallardan asılıdır.

Keyfiyyət ekspertizası bu növ məhsullar üçün çox önəmlidir, çünki bu sahə xüsusilə sağlamlıq baxımından vacibdir. Marmelad və pastilanın istehsalında istifadə olunan meyvələr və digər xammalların keyfiyyəti, məhsulun qida dəyərini və insan sağlamlığına təsirini müəyyən edir. Bütün bu amillər nəzərə alınaraq, bu məhsulların bazarda uğur qazanması və müştəri tələblərinə cavab verməsi üçün müntəzəm ekspertiza və testlər aparılmalıdır.

Marmelad və pastila məhsullarının bazar potensialı, istehlakçıların müxtəlif ehtiyaclarına uyğun olaraq genişlənir. Müxtəlif pəhrizlərə uyğun məhsulların hazırlanması, şəkərsiz və ya şəkər əvəzləyiciləri ilə istehsal olunan variantların tələbatını artırmışdır. Həmçinin, ekoloji təmiz məhsullara marağın artması, bu sahədəki istehsalçıları daha təbii və orqanik maddələrdən istifadə etməyə təşviq edir.

Bu məhsulların istehsal prosesində qarşılaşılan ən böyük çətinliklərdən biri, onların uzun müddət təzə və keyfiyyətli saxlanmasıdır. Keyfiyyətli qablaşdırma və düzgün saxlama şəraiti, məhsulun saxlanma müddətini artırmağa kömək edir. Bütün bu amillər, marmelad və pastila məhsullarının tələbatını və bazar qiymətlərini müəyyən edir. Bu sahənin inkişafı, həm istehsal texnologiyalarının təkmilləşdirilməsi, həm də müştəri tələblərinə uyğun məhsul çeşidlərinin artırılması ilə daha da sürətlənir. Marmelad və pastilanın gələcəkdəki inkişafı, həm də innovativ tərkib və yeni dadların bazara təqdim edilməsi ilə əlaqədar olacaq.

Marmelad və pastila istehsalında istifadə olunan xammalların çeşidi və keyfiyyəti məhsulun xüsusiyyətlərini, həmçinin istehlakçı məmnuniyyətini müəyyən edən əsas amillərdən biridir. Məhsulun dadı, rəngi, qida dəyəri, uzunmüddətli saxlanma müddəti və sağlamlıq üçün faydalılığı kimi parametrlər, tərkibində istifadə edilən meyvələrin, giləmeyvələrin və digər əlavə maddələrin keyfiyyətinə sıx bağlıdır. Marmeladın və pastilanın təbii və təmiz məhsullar olması, bu məhsulların bazarda üstünlük qazanmasında mühüm rol oynayır. Bu səbəbdən istehsal prosesində istifadə edilən meyvə və giləmeyvələrin seçimi, həmçinin digər xammalların keyfiyyəti, istehsalçılar tərəfindən ciddi şəkildə izlənir.

Marmelad və pastila məhsullarının istehsalında istifadə edilən meyvələrin seçimi çox vacibdir. Məhsulun dadı, təbii olaraq istifadə olunan meyvələrin keyfiyyətinə, təzəliyinə və növünə bağlıdır. Təbii ki, müştəri məmnuniyyətinin ən vacib meyarı da məhsulun ləzzətidir. Buna görə də, meyvə növləri arasında həm ənənəvi, həm də daha az tanınan növlərin istifadə edilməsi istehsalçılara geniş seçim imkanı yaradır. Marmelad və pastilanın hazırlanmasında ən çox istifadə olunan meyvələr arasında alma, armud, gavalı, çiyələk, nar, portağal, limon, moruq və digər təzə giləmeyvələr yer alır. Bunlar həm tərkibində olan vitaminlər və minerallarla, həm də dadlı şirinlikləri ilə istehlakçılar tərəfindən yüksək qiymətləndirilir.

Keyfiyyət ekspertizası məhsulun saxlanma müddətinə də təsir edir. Təbii məhsulların istehsalı zamanı saxlanma müddətinin təbii tərkibin qorunması baxımından uzun müddətə qədər təmin edilməsi çox çətindir. Bu səbəbdən, məhsulların istehsalında istifadə olunan konservantlar və digər maddələr minimal səviyyədə olmalıdır. Lakin, məhsulun uzun müddət təzə və keyfiyyətli saxlanması üçün müəyyən texnologiyalardan, məsələn, vakuum qablaşdırma, soyutma və s. istifadə edilir. Bu texnologiyalar məhsulun təravətini qorumağa kömək edir və onun rənginin, dadının və qida dəyərinin dəyişməsinin qarşısını alır.

Marmelad və pastila məhsullarının keyfiyyətinə təsir edən digər bir amil də istehsal texnologiyasının seçilməsidir. Məhsulun hazırlanmasında ənənəvi üsullar və müasir texnologiyalar arasında bir balans qurmaq vacibdir. Təbii meyvə püresi ilə hazırlanmış pastilanın və marmeladın keyfiyyəti, həm də yüksək temperaturda və müasir avadanlıqla işlənmiş meyvələrin seçilməsinə əsaslanır. Burada məqsəd, məhsulun tərkibindəki qida maddələrinin və vitaminlərin qorunması, eyni zamanda onun dadının zəngin olmasıdır.

Şəkərsiz və pəhriz üçün uyğun məhsulların bazara çıxarılması da marmelad və pastila istehsalında mühim yer tutur. Son illərdə qida sənayesi sağlam həyat tərzini təşviq edən məhsulların istehsalına xüsusi diqqət yetirir. Xüsusilə şəkərsiz, şəkər əvəzləyiciləri ilə hazırlanan marmelad və pastilaların istehsalı artır. Bu cür məhsullar, şəkər xəstəliyi və pəhriz saxlayan insanlar üçün ideal seçim olurlar. Şəkərsiz məhsulların istehsalında istifadə edilən alternativ şirinləşdiricilər, məsələn, steviya, eritritol, xylitol kimi maddələr, həm dad, həm də sağlamlıq baxımından əlverişli seçimlər təqdim edir.

Bundan əlavə, marmelad və pastila istehsalında ekoloji təmiz və orqanik xammallardan istifadə etməklə məhsulun keyfiyyətini daha da artırmaq mümkündür. Ekoloji təmiz məhsullar istehlakçılar tərəfindən daha çox maraqla qarşılanır. Bu növ məhsulların tərkibində süni maddələr, rənglər, konservantlar və digər kimyəvi əlavələr olmur. Bu, həm də ətraf mühitin qorunmasına töhfə verir, çünki ekoloji təmiz məhsulların istehsalı daha az kimyəvi maddənin istifadəsini tələb edir.

Marmelad və pastila məhsullarının keyfiyyətini qorumaq və onun bazarda uzun müddət uğurla satılmasını təmin etmək üçün ciddi keyfiyyətə nəzarət prosedurlarından istifadə edilir. Hər bir məhsulun istehsalından əvvəl və sonra ekspertiza aparılır. Bu ekspertizalar, məhsulun tərkibinin, dadının, qida dəyərinin, rənginin və digər keyfiyyət göstəricilərinin düzgün olduğuna əmin olmaq üçün vacibdir. Keyfiyyət ekspertizası, həmçinin məhsulun uyğunluğunu yoxlamaq və istehlakçıların tələblərinə cavab vermək üçün çox əhəmiyyətlidir.

Marmelad və pastilanın keyfiyyətinin artırılması ilə əlaqədar olaraq, bazara yeni innovasiyalar və məhsul çeşidləri təqdim edilməkdədir. Məsələn, marmelad və pastilanın vitaminlə zənginləşdirilməsi, qida əlavələri ilə təkmilləşdirilməsi, hətta probiotik maddələrin əlavə edilməsi kimi innovasiyalar istehlakçıların marağını artıran yeni trendlərdəndir. Bu innovasiyalar, həm sağlamlıq baxımından faydalı məhsullar təqdim etməyə, həm də bazarda rəqabət qabiliyyətini artırmağa kömək edir.

Ümumiyyətlə, marmelad və pastila məhsullarının keyfiyyəti, yalnız istifadə olunan xammallardan deyil, həm də istehsal prosesinin müasir standartlara uyğun olmasından, texnologiyanın tətbiqindən və hər mərhələdə aparılan keyfiyyət nəzarətindən asılıdır. Bu sahədə inkişaflar, məhsul çeşidlərinin artması, sağlamlıq və ekoloji meyillərə uyğun yeniliklər bazarda geniş tələbat yaradacaq. Marmelad və pastilanın gələcəkdəki inkişafı, həm də istehsal texnologiyalarının və tərkibinin təkmilləşdirilməsi ilə əlaqədar olacaq.

Marmelad və pastila məhsullarının çeşidi və keyfiyyəti, qida sənayesinin dinamik şəkildə

inkişaf edən sahələrindən biridir və bu sahə, istehlakçıların müxtəlif tələblərinə cavab vermək üçün mütəmadi olaraq yenilənir və təkmilləşir. Bu məhsulların istehsalında istifadə olunan xammalların təbiiliyi, məhsulun qida dəyəri və dadı, həmçinin müasir istehsal texnologiyaları, keyfiyyətin əsas göstəricilərini təşkil edir. Gözlənilən nəticələrə çatmaq üçün məhsulun hazırlanmasında yalnız ən yaxşı meyvə növləri və təbii maddələrdən istifadə edilməli, həmçinin yüksək keyfiyyətli istehsal avadanlıqları ilə məhsulun hər bir mərhələsi diqqətlə nəzarət altında saxlanmalıdır.

Marmelad və pastilanın bazarda uğur qazanmasında, istehlakçıların tələblərinə uyğun məhsul çeşidlərinin təqdim edilməsi vacibdir. Şəkərsiz, pəhriz üçün uyğun, ekoloji təmiz və orqanik məhsulların istehsalı bu sahənin gələcəyini müəyyən edəcək əsas meyillərdən biridir. İnsanların sağlam həyat tərzinə keçməsi ilə birlikdə, bu cür məhsullara olan tələbat artmaqdadır. Həmçinin, marmelad və pastilaların istehsalında istifadə edilən təbii şirinləşdiricilər, qida əlavələri və probiotiklər kimi innovativ komponentlər, bu məhsulların daha da zənginləşdirilməsi və sağlamlıq üçün faydalılığının artırılmasında böyük rol oynayır.

Məhsulun keyfiyyətini təmin edən və onu müştəri məmnuniyyətinə uyğun hala gətirən digər amil isə, istehsal prosesinin müasir texnologiyalarla dəstəklənməsidir. Yüksək keyfiyyətli qablaşdırma və saxlanma şəraiti, məhsulun təzəliyini qorumaqla yanaşı, onun saxlanma müddətini də uzadır. Bu xüsusiyyətlər məhsulun rəngini, dadını və qida dəyərini qorumağa kömək edir və istehlakçıların məhsula olan etibarını artırır. Bununla yanaşı, marmelad və pastila məhsullarının uzun müddət təzə və keyfiyyətli qalması üçün müntəzəm olaraq ekspertiza və testlər aparılmalıdır. Bu ekspertizalar yalnız məhsulun uyğunluğunu yoxlamaqla yanaşı, həm də istehlakçıların gözləntilərinə cavab verəcək keyfiyyətin təmin edilməsi üçün mühüm rol oynayır.

Son illərdə, ekoloji təmiz və orqanik məhsulların artan tələbatı, marmelad və pastila istehsalını daha təbii və ekoloji cəhətdən dost bir sektora çevirmişdir. Bu növ məhsullar, həm istehlakçılar, həm də istehsalçılar tərəfindən dəyərli hesab olunur, çünki onların tərkibində kimyəvi əlavələr və konservantlar olmur. Belə məhsulların istehsalında meyvələrin təbii şirinliyi və dadı qorunur, buna görə də istehlakçılar daha təbii və sağlam qida məhsullarını seçməyə üstünlük verirlər.

İstehsalçıların qarşısında duran ən çətin məsələlərdən biri isə, məhsulun keyfiyyətini qoruyarkən, həm də uzun müddət təzə saxlanmasıdır. Bu məqsədlə, müasir qablaşdırma texnologiyalarından istifadə edilməli, məhsullar vakuumlaşdırılmalı və soyuq şəraitdə saxlanmalıdır. Bu metodlar məhsulun keyfiyyətinin uzun müddət saxlanmasına imkan verir və istehlakçılara uzun müddət təzə məhsul təqdim etməyə kömək edir.

Marmelad və pastila istehsalında keyfiyyətə nəzarət mexanizmlərinin gücləndirilməsi, həmçinin bazar tələblərinə uyğun yeni məhsul çeşidlərinin təqdim edilməsi, sektorda rəqabət üstünlüyü yaradacaq. İstehsalçılar, təbii məhsulların istehsalı ilə yanaşı, tərkibində şəkərsiz, az yağlı və pəhriz üçün uyğun məhsulların da istehsalına diqqət yetirməlidirlər. Eyni zamanda, ekoloji təmiz xammalların istifadə edilməsi, məhsulun sağlamlıq üçün faydalılığını artıracaq və bu da bazarda bu məhsulun daha da geniş yayılmasına səbəb olacaq.

Ümumiyyətlə, marmelad və pastila məhsullarının istehsalında keyfiyyətin yüksək səviyyədə təmin edilməsi və istehlakçılara geniş çeşidli və təbii məhsullar təqdim edilməsi, həm bazar uğurunu təmin edəcək, həm də istehlakçıların sağlamlığa olan tələblərinə cavab verəcəkdir. İnnovativ yanaşmalar, müasir istehsal texnologiyaları və keyfiyyətə nəzarət mexanizmləri ilə bu sahə daha da inkişaf edəcək və marmelad və pastilanın istehsalı gələcəkdə daha sağlam, ekoloji təmiz və zövqlü məhsulların bazara təqdim edilməsini təmin edəcəkdir. Bu sahənin gələcəyi, həm

də istehsalçıların bu məhsulların keyfiyyətinə və müştəri tələblərinə uyğun yanaşmalarını artırmaları ilə birbaşa əlaqəlidir.

Ədəbiyyat

[1]. Əliyev T. Qida məhsullarının istehsalında keyfiyyətə nəzarət. 2020.
[2]. Həsənova Z. Meyvə konservlərinin istehsal texnologiyası. 2017.
[3]. Smith J. Fruit Products and Their Quality Control. 2018
[4]. Peters R. The Science of Jam and Jelly Making. 2019.
[5]. Bell E. Food Quality Control and Assurance in the Production of Confectionery Products. 2021
[6]. Чернышев В. Экологически чистые продукты и их роль в пищевой промышленности.2020.
[7]. Петрова М. Качество продуктов питания: теория и практика. 2019
[8]. Аникин А. Качество и безопасность пищевых продуктов: от производства до потребителя. 2021.
[9]. Иванов И. Технология производства сладких продуктов. 2017.
[10] Amirli F.A., Aghamaliyev Z.Z., Abdullayeva I.G., Pashayeva Z.N.&Aghamaliyeva D.B. The role of nutrition in ensuring healthy living. Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2(148), 2024, 629-638. DOI: 10.32010/mpmc2024.085
[11] Məmmədov N. Qida sənayesində ekoloji təmiz məhsulların istehsalı. 2019
[12] Abbasov V.M., Əmirli F.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Z.V., Quliyeva N.R. Qida kimyası. Dərslik. Bakı: Elm, 2023, 260 s.

Variety and quality expertise of marmalade-paste product

Ariz Mammadov
Azerbaijan State University of Economics ,"Economics and Technological Sciences department",Baku,Azerbaijan
Master student, mubarizmedov1973@gmail.com

ABSTRACT

The quality and variety of confectionery products in the food industry are constantly being improved. Products such as marmalade and pastille are distinguished by their taste characteristics, environmental friendliness and positive effect on human health. This article covers the types of marmalade-pastille products, production technology and quality indicators, and provides extensive information on their expertise.

Types of marmalade and pastille are mainly classified according to the composition of raw materials, preparation technology and consistency. Marmalade is mainly made on the basis of fruit puree, sugar and gelling agents. Marmalades containing pectin, agar-agar or gelatin have different textures and elasticity. Fruit-based, gelled, sugar-free and vitaminized marmalade types are widespread in the modern market. Pastille is a type of air-textured confectionery made mainly from fruit puree, sugar and egg white. There are classic, marshmallow-like and modern types of pastille enriched with food additives.

Quality expertise is carried out to verify the compliance of production technology with standards, safety indicators of raw materials and the final product. In this expertise process, the chemical, physical and microbiological properties of the product are evaluated. The quality indicators of marmalade and pastille include factors such as moisture content, structure and consistency, organoleptic properties (color, taste, smell, texture), nutritional content (sugar, acid, pectin content) and shelf life.

The health effects of these products are associated with the positive effect of the pectin and

natural fibers contained in them on the digestive system. Sugar-free and diet marmalade types are intended for diabetics and consumers who adhere to the principles of healthy nutrition. In addition, it is important that the amount of artificial preservatives in the composition of pastille and marmalade complies with the standards.
The article also examines how modern food technologies and innovative production methods affect the quality of marmalade-pastille products. In this area, the preference for the production of environmentally friendly products, the increased use of GMO-free and natural raw materials are increasing consumer demand.
As a result, the enrichment of the assortment and improvement of the quality of marmalade and pastille products is one of the main development directions in the food industry. Product expertise is an important process that confirms that it meets the standards in terms of safety and nutritional value.
Keywords: *Marmalade, food safety, quality expertise.*

Разнообразие и качество экспертизы мармеладно-пастной продукции

Ариз Мамедов
Азербайджанский Государственный Экономический Университет,Кафедра "Экономических и технологических наук", Баку,Азербайджан
Магистрант, mubarizmedov1973@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Качество и ассортимент кондитерских изделий в пищевой промышленности постоянно улучшаются. Такие продукты, как мармелад и пастила, отличаются вкусовыми качествами, экологической чистотой и положительным воздействием на здоровье человека. В статье представлена обширная информация о видах мармеладно-пастильных изделий, технологии их производства, показателях качества, а также об их экспертизе.
Виды мармелада и пастилы классифицируются в основном по составу сырья, технологии приготовления и консистенции. Мармелад изготавливается в основном из фруктового пюре, сахара и желирующих веществ. Мармелады, содержащие пектин, агар-агар или желатин, имеют различную текстуру и эластичность. На современном рынке широко представлены виды мармелада на фруктовой основе, желейные, без сахара и витаминизированные. Пастила — это разновидность воздушного десерта, приготовляемого в основном из фруктового пюре, сахара и яичных белков. Существуют классические, зефироподобные и современные разновидности пастилы, обогащенные пищевыми добавками.
Экспертиза качества проводится с целью проверки соответствия технологии производства нормативным документам, а также показателей безопасности сырья и готовой продукции. В ходе этого процесса экспертизы оцениваются химические, физические и микробиологические свойства продукта. Показатели качества мармелада и пастилы включают такие факторы, как влажность, структура и консистенция, органолептические свойства (цвет, вкус, запах, текстура), содержание питательных веществ (содержание сахара, кислоты, пектина), а также срок годности.
Польза этих продуктов для здоровья связана с положительным воздействием содержащихся в них пектина и натуральных волокон на пищеварительную систему.

Мармелад без сахара и диетический предназначены для диабетиков и потребителей, придерживающихся принципов здорового питания. Однако важно, чтобы количество искусственных консервантов в пастилках и мармеладе соответствовало нормам.
В статье также рассматривается, как современные пищевые технологии и инновационные методы производства влияют на качество мармеладно-пастильной продукции. В этой области приоритетное внимание к производству экологически чистой продукции и увеличение использования натурального сырья без ГМО способствует повышению потребительского спроса.
В связи с этим расширение ассортимента и повышение качества мармеладно-пастильной продукции является одним из основных направлений развития пищевой промышленности. Экспертиза продукции — важный процесс, подтверждающий соответствие продукта стандартам безопасности и пищевой ценности.

Ключевые слова: *Мармелад, безопасность пищевых продуктов, экспертиза качества*.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1541

KOMPULSİV QİDALANMA POZĞUNLUĞUNUN TƏHLİLİ VƏ MÜALİCƏ ÜSULLARI

Vüsalə Süleymanova[1] , Gülsüm Huseynova[2]

[1]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan
[2]ANDOP - Nutrisiologiya Diyetologiya ve Piylenmenin profilaktikası akademiyası
[1]https://orcid.org/0009-0005-9189-9588, suleymanovavusale@asoiu.edu.az
[2]https://orcid.org/0009-0000-2544-6015, gulsumhuseynova.safarova@gmail.com

Xülasə
Kompulsiv qidalanma pozğunluğu (KQP), şəxsin yemək vərdişlərinin və qida qəbulunun idarə olunmasında çətinlik yaşadığı bir psixoloji vəziyyətdir. Bu pozğunluqda insanlar tez-tez çox miqdarda yemək yeyirlər və bunu nəzarətsiz şəkildə, hətta aclıq hissi olmadan edirlər. Yemək yemə halları adətən güclü bir daxili təzyiq və sonrasında günahkarlıq və təəssüf hissi ilə müşayiət olunur.
Kompulsiv qidalanma pozğunluğu, bulimiya nevroza ilə oxşar ola bilsə də, bu pozğunluqda özünü təmizləmə davranışları (yəni, qusma, israf etmə, idmanla arıqlama) yoxdur. İnsanlar, daha çox yemək yeyərək emosional stresi və narahatlığı aradan qaldırmağa çalışırlar, bu isə zamanla fiziki və psixoloji sağlamlığa zərər verə bilər.
KQP-nın müalicəsi psixoterapiya (xüsusilə - Koqnitiv Davranış Terapiyası) və bəzi hallarda dərman müalicəsini əhatə edir. Müdaxilələr, həmçinin düzgün qidalanma vərdişlərini inkişaf etdirməyə, emosional yeməkdən qaçmağa və ümumi rifahı artırmağa yönəlib. Məqalədə məhz KQP- nun səbəbləri müalicəsi və eyni zamanda hansı qidalardan istifadə edilməsi araşdırılıb.

Açar sözlər: *Kompulsiv qidalanma pozğunluğu (KQP), Emosional və fiziki aclıq, Dofaminin, İyel şkalası*

GİRİŞ

Emosional və fiziki aclıq hissi bir-birindən fərqlənir. Emosional aclıq, insan stressli olduğu zaman birdən-birə inkişaf edərkən, fiziki aclıq tədricən inkişaf edir və orqanizm enerji tələbatını ödəmək məqsədilə yaranır. Emosional aclıq zamanı insanın xüsusi bir qidaya – adətən sakitləşdirici qidalara (şokolad, tort və s.) ehtiyacı olur. Orqanizm, yalnız bu qidanı qəbul edənə qədər sakitləşmir və başqa qidalarla bu hissi dəyişdirmək istəmir. Əksinə, fiziki aclıqda insan, yemək tapmasa belə, təxirə salır və istənilən qidayla aclığını keçirir.

Qidalanma davranışının pozulmasına səbəb olan bir çox faktor mövcuddur. Bunlardan biri irsi meyllikdir – araşdırmalar göstərir ki, qidalanma pozğunluqları əksər hallarda irsi olaraq ötürülür. Xüsusilə, kompulsiv qidalanma problemi olan qohumları olan insanlarda bu pozulmanın yaranma riski daha yüksəkdir. Bununla yanaşı, uşaqlıq dövrü də böyük rol oynayır. Valideynlər, uşaq ağladıqda və ya xəstələndikdə onu sakitləşdirmək üçün ona şirniyyat və ya konfet verirlər. Bu, uşaqlıqdan başlayaraq qidalanma vərdişlərinin formalaşmasına səbəb olur.

Bədən kütləsinin və iştahanın tənzimlənməsi kompleks bir prosesdir və bu prosesdə bir-birilə əlaqəli müxtəlif sistemlər iştirak edir. Piylənmənin nevrologiyasında üç əsas sistem mühüm

rol oynayır: hipotalamus, mezolimbik bölgə və koqnitiv pay. Kompulsiv və emosional qidalanma, mezolimbik sistemlə əlaqəlidir və narkomaniya ilə bənzər neyrobioloji dəyişikliklərlə müşahidə olunur.

Təkamül nəticəsində şirin qidalara, xüsusilə qlikoza əsaslanan enerji mənbələrinə, biz həzz hissi bağışlayan bir təbii bağlılıq hissi inkişaf etdirmişik. Lakin, bu şirin qidaların aşırı qəbulu dofamin sintezini tədricən azaldır, nəticədə əvvəlki miqdarda qəbul edilmiş şəkər artıq eyni dərəcədə xoş hislər yaratmır və bu da asılılıq və tolerantlıq yaradır.

Emosional qidalanma mərkəzləri isə orta beyində yerləşir və insanın fiziki aclıq hissi olmadığında belə yemək arzusuna səbəb ola bilər. Dofaminin, arzulanan qidanın qəbuluna hazırlaşan zaman sintez olunması, bu davranışı gücləndirən neyrotransmitterdir. Emosional qidalanma adətən müəyyən qida növlərinə qarşı həssaslıq yaradır.

Amerikanın İyel Universitetinin tədqiqatçısı Eşlı Qerhardın araşdırmalarına görə, işlənmiş qidalarda şəkərlər və yağlar olan yüksək kalorili qidalar asılılıq yarada bilir. Şəkərli və yağlı qidalar dofaminin sintezini stimullaşdıraraq, beyində mükafatlandırma hissini meydana gətirir və bu da insanların həmin qidalara daha çox asılılıq yaratmasına səbəb olur.

Bu səbəbdən kompulsiv qidalanma, yalnız piylənmənin qarşısını almaqla həll edilə bilməz. Psixoloji dəstək, uyğun müalicə və qidalanma davranışının yenidən tənzimlənməsi bu xəstələr üçün çox vacibdir. Qidalanma pozğunluqları üzərində aparılan daha dərin tədqiqatlar göstərir ki, beyindəki neyrobioloji dəyişikliklər, bu vəziyyətlərin daha da pisləşməsinə səbəb ola bilər.

Tədqiqat

Zamanla insanların gözəllik və bədən imici haqqında anlayışları dəyişir. Çoxları üçün az çəkili olmaq uğurun, gözəlliyin və sağlamlığın simvolu kimi qəbul edilir, əksinə artıq çəkili insanlar isə tez-tez tənbəl, zəif və ya çirkin olaraq qiymətləndirilir. Bu səbəbdən, dünyada qidalanma davranışının pozulması hallarının sayı hər keçən gün artır. Statistikaya əsasən, hər gün 23 insan qida davranışlarının pozulmasından dolayı həyatını itirir. Qidalanma davranışının pozulması müxtəlif növlərə ayrılır və bunlara aşağıdakılar daxildir:

1. Nevrogen bulimiya
2. Nevrogen anoreksiya
3. Seçici iştaha (izbiratelniy appetit)
4. Kompulsiv qidalanma pozğunluğu (Binge Eating Disorder)

Kompulsiv Qidalanma Nədir?

Kompulsiv və ya emosional qidalanma uzunmüddətli stresə qarşı bir reaksiya olaraq meydana gəlir. Bu vəziyyətdə insanlar emosional diskomfort – stress, gərginlik, utanma və ya qorxu hissləri ilə qarşılaşdıqda, bu hissləri yüngülləşdirmək məqsədilə aşırı yemək yeməyə başlayırlar. Bəzən müsbət hallar, məsələn, həyəcanlanma da belə bir davranışı stimullaşdırır. İnsanlar rahatlamaq məqsədilə böyük miqdarda yeməyə başlayırlar və nəticədə yemə krizləri keçirirlər. Zamanla bu vəziyyət vərdiş halını alır və insanlar müəyyən qidaları – xüsusən də özlərini sakitləşdirən qidaları – aşırı miqdarda, bədənləri dolana qədər qəbul edirlər. Bu prosesin nəticəsində isə artıq çəki yaranır. Piylənmə problemi yaşayan insanların 30%-dən 60%-ə qədər hissəsi emosional qidalanmadan əziyyət çəkir. Kompulsiv qidalanma pozğunluğu olan xəstələrin əksəriyyəti artıq çəkilidir. Bu pozğunluq, həmçinin aşağıdakı komplikasiyalara səbəb ola bilər:

- Hərəkət sistemi ağrıları
- Metabolik sindrom

- Hipertoniya (yüksək təzyiq)
- Hiperlipidemiya (yağların yüksək səviyyəsi)
- Şəkərli diabet
- Kardiyovaskulyar xəstəliklər
- Menstrual disfunksiya (amenoreya və oliqomenoreya kimi problemlər)
- Kortizol disbalansı
- Yuxu pozğunluqları (apne və kök hipoventilasiyası kimi hallar)

Emosional aclıq və fiziki aclıq arasında müəyyən fərqlər mövcuddur. Emosional aclıq, stress və ya narahatlıq zamanı birdən-birə yaranır və tez bir zamanda hiss olunur. Fiziki aclıq isə tədricən inkişaf edir və insanın enerji ehtiyaclarını ödəmək məqsədilə ortaya çıxır. Emosional aclıq zamanı insan xüsusi bir qida – məsələn, şokolad, tort və ya digər rahatlaşdırıcı qidalar – istəyir. Orqanizm bu tələbi başqa qidalarla dəyişməyə razı olmur və yalnız istədiyi qidanı qəbul etdikdən sonra sakitləşir. Emosional aclıqda insanın ehtiyacı dərhal ödənməlidir. Lakin fiziki aclıqda insanlar bir müddət yemək tapmasalar belə, sakit qala bilirlər və bu halda hər hansı bir qida ilə aclıq hissini keçirə bilirlər.

Tədqiqatlar, qidalanma davranışının pozulmasına səbəb olan bir çox faktoru aşkara çıxarmışdır.

İrsi meyllik – araşdırmalar göstərmişdir ki, qidalanma davranışının pozulması ksər vaxtlarda irsi ötürülür. Qohumlarında kompulsiv qidalanma olan insanlarda bu pozulmanın yaranma risqi 10 dəfə artıqdır. Monoziqot əkizlərdə diziqotlara nisbətən qidalanma davranışında pozulmada 70 – 80 % uyğunluq var.

Uşaqlıq dövründə -Bildiyimiz kimi əksər patologiyaların təməli uşaqlıq dövründə qoyulur. Valideynlər uşaq ağlayan zaman, xəstələnəndə onu sakitləşdirmək üçün, və ya yaxşı qiymət alanda onu mukafatlandırmaq məqsədilə konfet, şirniyyat verirlər. Nəticədə uşaqlıq dövründən sakitləşmək üçün qidalanma vərdişləri yaranır.

Bədən kütləsi və iştaha kontrolu kompleks prosesdir. Enerji qəbulu və sərfiyyatı mexanizmlərində iştirak edən, bir biri ilə əlaqəli müxtəlif sistemlər mövcuddur. Piylənmənin nevrologiyasında 3 sistem əsas rol oynayır.

1. Mezolimbik bölgə - emosional, mükafat, ləzzət hissi ilə əlaqələnir
2. Hipotalamus – homeostatik iştaha mərkəzidir
3. Koqnitiv pay.

Kompulsiv – emosional qidalanma mezolimbik sistemlə əlaqəlidir.

Kompulsiv qidalnama narkomoniyanı xatırladan, bənzər neyrobioloji dəyişkənliklərlə müşahidə olunan fenotipdir.Təkamül nəticəsində şirin dad, qlikozanın əsas enerji mənbəyi olması səbəbindən bizə xoş təsir bağışlayır. Əksinə, acı və turş dadlar yetişməmiş və ya zəhərli qidalara işarə etdiyi üçün bu dadları xəstəlik törədən olaraq düşünürük. Buna görə də, şirin dadı daha çox sevirik və şirin qidaları qəbul etdikdə, beynin mükafatlandırma sistemi olan mezolimbik sistemdə dofamin sintez olunur. Şirin qidaların tez-tez qəbul edilməsi bu mərkəzi davamlı olaraq stimullaşdırır, asılılıq və tolerantlıq yaradır. Davamlı olaraq bu qidaların qəbul edilməsi nəticəsində dofamin sintezi tədricən azalır və əvvəlki miqdarda şəkər qəbul edilməsi bizdə artıq xoş hisslər yaratmır. Yenidən dofamin sintezini artırmaq üçün şəkərin miqdarını artırmaq lazım olur. Digər tərəfdən, artıq şəkər qəbulu inqibə edən neyronların fəaliyyətini pozur. Gamma aminoyağ turşusunun sintezi azalır və nəticədə insanlar davranışlarını çətinliklə idarə edə bilirlər, dayana bilmirlər və düzgün qərar verə bilmirlər. Beləliklə, stress altında həm şəkər qəbulu, həm də kontrolun itməsi nəticəsində bu insanlar tıxanırcasına qidalanır və piylənmə inkişaf edir.

Dofamin, mükafatlandırma və motivasiya ilə əlaqəli neyromediatordur. Dofamin reseptorları, insana həzz verən müəyyən qidalar və aktivliklər tərəfindən stimullaşdırılır. Hedonik qidalanma mərkəzləri orta beyindəki kortikal arax, bazal qanglion, hipokampus və amiqdaladan ibarətdir. Emosional qidalanma, fiziki tox olsalar belə insanlar üçün həzz almaq məqsədilə qidalanmaqdır. Ləzzətli yeməyi görməklə, düşünməklə və ya iyini hiss etməklə siqnal ötürülür. Dofamin, arzulanan qidanın qəbuluna hazırlıq zamanı sintez olunur.

Emosional qidalanma zamanı insanlar müəyyən qidalar qarşısında daha çox həssaslıq göstərirlər. Bəs bu qidalar hansılardır?

Emosional qida asılılığı uzun müddətdir məlumdur. ABŞ-ın Yale Universitetindən Dr. Eşli Qerhard artıq çəkili şəxslərdə ziyanlı qidaların şəkillərinə baxan zaman beyinin reaksiyasını qiymətləndirib və iki vacib nəticəyə gəlib. Birincisi, insanlar texniki işlənmiş qidalara qarşı asılılıq inkişaf etdirirlər. Bu, işlənmiş qidalarda mövcud olan rafinə şəkərlərin sürətlə həzm olması və beyinə təsir edərək həzz yaratması ilə bağlıdır. İkinci nəticə isə, bu cür işlənmiş qidalara çox miqdarda yağ əlavə olunmasıdır. Buna əsaslanaraq, asılılıq yaradan qidaların bir sıralaması tərtib edib.(cədvəl 1)

Cədvəl 1. Qida asılılığının İyel şkalası

N	**Qidaların adları**
1	Pizza
2	Şokalad
3	Kartof çipsisi
4	Xəmirdən şirin bişinti
5	Dondurma
6	Kartoşka fri
7	Burger
8	Şirin qazlı içki
9	Tort

DSM-5-nə (Diagnostic and Statistical Manual of mental disorders, fifth edition — Psixi pozğunluqların diaqnostik və statistik təlimatı 5-ci nəşr, Amerikan Psixiatriya Assosiasiyası) əsasən kompulsiv qidalanma pozğunluğunun diaqnostik kriteriyaları aşağıdakılardır:

A) Təkrarlanan tıxanırcasına yemə krizləri:

1. İnsanların yeyə biləcəyindən çox qida qəbulu (sürətli yemək).
2. Qida qəbuluna nəzarətin itməsi yemə tutmaları zamanı.

Tıxanırcasına yemə tutmaları aşağıdakı əlamətlərdən üç və ya daha çoxu ilə əlaqəlidir:

1. Həmişəkindən daha sürətli yemək.
2. Mexaniki diskomfort hiss edənə qədər qidalanma.
3. Fiziki aclıq olmadan artıq miqdarda yemək.
4. Təklikdə qidalanma – insanların çox yeməyini görməsindən utanma.
5. Yedikdən sonra özünə nifrət etmə və günahkarlıq hissi.

B) Tıxanırcasına yemə krizlərinə görə narahat olmaq.

C) 3 ay ərzində həftədə ən azı 1 dəfə yemə tutması olması.

D) Çıxarma məqsədilə kompensasiya tədbirlərinin görülməməsi.

Əksər hallarda, bu insanlar çəki azaltmaq məqsədilə dietoloqlara müraciət edirlər. Lakin, əslində onların əsas problemi qidalanma davranışının pozulmasıdır və çox vaxt bunu görmürlər. Kompulsiv qidalanma psixosomatik pozğunluqla əlaqəli olduğu üçün yalnız piylənmə qarşısında tətbiq edilən müalicə effektiv olmur. Paralel olaraq, spesifik psixoloji dəstək müsbət nəticə verə bilir.

Kemeron Sepax, dofamin aclığı dietası metodunu hazırlamışdır. Buradakı əsas məqsəd dofamin sintezini stimullaşdıran qidaları və fəaliyyətləri azaltmaq və ya dayandırmaqdır. Psixoloq bunu birbaşa etməyi tövsiyə etmir, lakin bu metodla xəstələrdə müsbət nəticələr əldə edilir.

Beynin neyroplastik xüsusiyyəti, yuxarıda qeyd olunan dəyişikliklərin bərpasına imkan verir. Bu məqsədlə şəkər qəbulunu azaltmaq, fiziki aktivliyi artırmaq və omeqa 3-lə zəngin qidaları rasiona daxil etmək neyronları qoruyur və beynin funksiyalarının bərpasına kömək edir. Omeqa-3-lə zəngin qidalar – məsələn, balıq yağı, qoz, kətan toxumu və digər təbii mənbələr – beynin uzunmüddətli sağlamlığına dəstək verir. Bu qidalar həmçinin dopamin sintezini dəstəkləyir və bu yolla kompulsiv qidalanma ilə mübarizədə müsbət təsir göstərə bilər. Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatının tövsiyəsinə görə, gündəlik şəkər qəbulu sutkalıq enerji dəyərinin 5%-ini təşkil etməlidir. Bu da 2000 kkal enerji qəbul edən birisi üçün 25 qram şəkər, yəni 6 çay qaşığı şəkər deməkdir. Yuxarıda qeyd etdiyim kimi, bu şəxslərdə yemə tutmaları zamanı qida qəbuluna nəzarət itkisi müşahidə olunur. kompulsiv qidalanma pozğunluğunun müalicəsi yalnız qida qəbulunun azaldılması ilə məhdudlaşmamalıdır. Şəkər qəbulu azaldılmalı, fiziki aktivlik artırılmalı və omeqa-3-lə zəngin qidalar rasiona daxil edilməlidir. Eyni zamanda, meditasiya və yoqa kimi rahatlama üsulları da əlavə edilməlidir. Bu yanaşmaların hamısı bir arada işlədikdə, beyindəki neyroplastik dəyişikliklərin bərpasına və kompulsiv qidalanma davranışının düzəlməsinə səbəb ola bilər.

Unutmayın ki, Bundan başqa, kompulsiv qidalanma pozğunluğunun müalicəsi üçün zamanında diaqnoz qoyulması və düzgün mütəxəssislər tərəfindən idarə edilən müalicə proqramı çox vacibdir. Bu müalicə yalnız fiziki vəziyyəti deyil, həm də psixoloji vəziyyəti nəzərə alaraq həyata keçirilməlidir. Yalnız belə bir yanaşma ilə, patologiyanın müalicəsində daha effektiv nəticələr əldə edilə bilər.

Nəticə

Zamanla insanların gözəllik standartları dəyişir və bu, qidalanma davranışının pozulmasına səbəb olur. Çəkili insanlara qarşı stereotiplər, onların tənbəl, çirkin və ya zəif olduğu düşüncəsini yaradır. Bu səbəbdən, kompulsiv qidalanma və digər qidalanma pozğunluqları artmaqdadır. Kompulsiv qidalanma, stresə qarşı emosional reaksiya olaraq meydana çıxır və bu insanlarda stress, gərginlik və narahatlıq halları ilə əlaqədar aşırı yemək vərdişi yaranır. Uzun müddət bu vəziyyət davam etdikdə, piylənmə inkişaf edir. Qidalanma pozğunluqlarının səbəbləri arasında irsi meyllik və uşaqlıqda qidalarla rahatlanma davranışları yer alır. Beyindəki neyrobioloji dəyişikliklər və dofamin sintezi də bu pozğunluqları gücləndirir. Kompulsiv qidalanmanın müalicəsi yalnız piylənməyə qarşı deyil, həm də psixoloji dəstək tələb edir. Təkamül nəticəsində şirin və işlənmiş qidaların aşırı qəbulu, asılılıq yarada bilər. Müalicə üçün şəkər qəbulu azaldılmalı, fiziki aktivlik artırılmalı və psixoloji terapiya tətbiq olunmalıdır.

Ədəbiyyat

[1] American Psychiatric Association**.** (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). Arlington, VA: American Psychiatric Publishing.

[2] Wilson, G. T. (2017). *Cognitive-behavioral therapy for eating disorders: A comprehensive treatment guide*. Guilford Press.
[3] Amirli, F. A., Aghamaliyev, Z. Z., Abdullayeva, I. G., Pashayeva, Z. N., & Aghamaliyeva, D. B. (2024). THE ROLE OF NUTRITION IN ENSURING HEALTHY LIVING. Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2(148), 629-638.
[4] Fairburn, C. G., & Cooper, Z. (2011). *Cognitive behavior therapy for eating disorders: A comprehensive guide to theory and practice*. Guilford Press.
[5] Grilo, C. M., & White, M. A. (2009). *The role of cognitive-behavioral therapy in the treatment of binge eating disorder*. *Psychiatric Clinics of North America*, *32*(2), 289–305. https://doi.org/10.1016/j.psc.2009.02.003.
[6] Mann, T., Tomiyama, A. J., & Westling, E. (2007). *Binge eating: A disorder of emotional regulation?*. *Psychological Bulletin*, *133*(1), 103-105. https://doi.org/10.1037/0033-2909.133.1.103.
[7] Van Strien, T. (2018). *Causes of emotional eating and matched treatment of obesity*. *Current Diabetes Reviews*, *14*(4), 301-312. https://doi.org/10.2174/1573399814666180103111343.
[8] Hays, N. P., & Roberts, S. B. (2008). *The influence of appetite and satiety on food intake: Implications for eating disorders*. *Psychology and Psychotherapy: Theory, Research and Practice*, *81*(2), 113-121.
[9] Van Strien, T., & Ouwens, M. A. (2003). *Emotional eating and obesity: The role of emotional eating in the development of obesity*. *European Eating Disorders Review*, *11*(6), 306-314. https://doi.org/10.1002/erv.536.
[10] Eysenck, M. W., & Eysenck, H. J. (2016). *Personality and individual differences*. Routledge.
[11] Farrow, V., Haycraft, E., & Blissett, J. M. (2015). *Teaching our children when to eat: How parental feeding practices inform the development of emotional eating*. *European Eating Disorders Review*, *23*(3), 215-222. https://doi.org/10.1002/erv.2391.
[12] Binge Eating Disorder Jonathan A. Mars; Aqsa Iqbal; Anis Rehman.

Composive eating disorder

Vusala Süleymanova[1], Gulsum Huseynova[2]
[1] Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan
[2]ANDOP - Academy of Nutrition, Dietetics and Prevention of Obesity
[1]https://orcid.org/0009-0005-9189-9588, suleymanovavusale@asoiu.edu.az
[2]https://orcid.org/0009-0000-2544-6015, gulsumhuseynova.safarova@gmail.com

ABSTRACT
Compulsive eating disorder (CED) is a psychological condition in which a person has difficulty controlling eating habits and food intake. Individuals with this disorder often eat large amounts of food in an uncontrolled manner, even without feeling hungry. Episodes of overeating are typically accompanied by strong internal pressure followed by feelings of guilt and regret.
Although compulsive eating disorder may resemble bulimia nervosa, it differs in that there are no purging behaviors (such as vomiting, excessive exercise, or fasting) involved. People with CED attempt to alleviate emotional stress and anxiety by overeating, which can lead to physical and psychological harm over time. The treatment of CED includes psychotherapy (particularly Cognitive Behavioral Therapy) and, in some cases, medication. Interventions also focus on developing healthy eating habits, avoiding emotional eating, and improving overall well-being. This paper explores the causes, treatments, and the types of foods to be consumed in managing CED.
***Keywords**: Compulsive eating disorder (CED), Emotional and physical hunger, Dopamine, Yale*

scale

Компульсивное расстройство питания

Вусала Сулейманова[1], Гульсум Гусейнова[2]

[1]Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан
[2]ANDOP - Академия питания, диетологии и профилактики ожирения
[1]https://orcid.org/0009-0005-9189-9588, suleymanovavusale@asoiu.edu.az
[2]https://orcid.org/0009-0000-2544-6015, gulsumhuseynova.safarova@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Компульсивное расстройство питания (КРП) — это психологическое состояние, при котором человек испытывает трудности в контролировании своих пищевых привычек и потребления пищи. Люди с этим расстройством часто употребляют большое количество пищи в неконтролируемой манере, даже без ощущения голода. Эпизоды переедания обычно сопровождаются сильным внутренним давлением, а затем чувствами вины и сожаления.

Хотя компульсивное расстройство питания может напоминать булимия, оно отличается тем, что не включает поведения, направленные на очищение организма (такие как рвота, чрезмерные физические упражнения или голодание). Люди с КРП пытаются справиться с эмоциональным стрессом и тревогой с помощью переедания, что может привести к физическому и психологическому ущербу со временем.

Лечение КРП включает психотерапию (особенно когнитивно-поведенческую терапию) и, в некоторых случаях, медикаментозное лечение. Интервенции также направлены на развитие здоровых пищевых привычек, избегание эмоционального питания и улучшение общего самочувствия. В статье рассматриваются причины, методы лечения и типы пищи, которые следует употреблять для управления КРП.

Ключевые слова: *Компульсивное расстройство пищевого поведения (КРП), Эмоциональный и физический голод, Дофамин, Йельская шкала*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1548

FINDING OPTIMAL CONDITIONS FOR OBTAINING METHOXYETHYL VALERATE BASED ON THE REGRESSION MODEL

Zaur Aghamalıyev[1], Ulviyya Atashova[2], Orkhan Farzalizade[3]

[1,2,3] Academician Y.H. Mammadaliyev Institute of Petrochemical Processes of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku
[1] Department of Chemical Technology, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku
[1] Doctor of Technical Sciences, Associate professor, http://orcid.org/0000-0003-2866-1401, zauraghamaliyev@gmail.com
[2] Junior researcher, ulviyyaatashova@gmail.com
[3] Junior researcher, farzalizadeorxan1998@gmail.com

Abstract

Since synthetic petroleum acid esters (SPA) improve the properties of polymer materials and diesel fuel, it is advisable to find the optimal conditions for obtaining these esters and study the esterification reaction using mathematical-statistical methods to enter the industry.

Considering this, based on experimental data on the reaction of ethylene glycol esterification based on SNT and caprylic acid, a mathematical model of the process in the form of a regression equation has been developed, which adequately affects the obtained indicators and quantitative ratios. The main factors influencing the process indicators have been determined, and all aspects of the process have been analysed using an adequate mathematical model. Possible options have been considered, a one-parameter dependence of output values on variable input dimensions has been determined, and as a result, the problem of process optimization has been solved by determining the values of variable input values that allow finding the maximum amount of the main product.

Keywords: *optimisation, mathematical modelling, regression, statistical analysis, synthetic petroleum acids.*

INTRODUCTION

Modern computer programs are widely used to find the optimal option in modeling the process of purchasing petrochemical products [1-3]. Optimization by mathematical statistical methods in petrochemical processes is considered one of the widely applied methods [5,9,10].

The process of obtaining synthetic petroleum acid (SPA) and the calculation of optimal conditions for the reaction of its esterification with ethylene glycol were studied using mathematical and statistical methods. Based on the indicators of the experiments performed, a mathematical model of the process was developed in the form of a regression equation [4-6].

Experımental part

The esterification reaction of ethylene glycol based on synthetic petroleum acid (SNT) and caprylic acid was carried out experimentally method in a laboratory facility, and the optimal conditions of the parameters affecting the yield and selectivity of the mixed diether of the synthesized ethylene glycol were experimentally calculated [11-18]. Selected thresholds of the

input variables are shown below.

$80^0C \le x_1 \le 140^oC$ 1,4 mass % $\le x_2 \le$ 2 mass %

2:1,1 $\le x_3 \le$ 2:1,6 2 hour $\le x_4 \le$ 5,5 hour

Optimization of the process was carried out experimentally method using the experimentally obtained results. At the table shows the results of experiments planning matrix.

Table. Experiments planning matrix

Number of experiments	Deduction of parameters	
	y_1, ether output, %	y_2, acid number, mq KOH/q
1	90	0,1
2	50,02	51,3
3	75	74
4	46,1	103,05
5	80,2	0,15
6	52,1	89,2
7	60,05	75
8	45,4	105,03
9	78,05	15,2
10	49,2	93,05
11	60,1	80,1
12	43	115
13	70	19,3
14	45,3	92
15	62,1	78,2
16	44	108
17	60,1	70
18	60,2	71
19	60,3	72

Using the planning method according to the "Full factorial experiment" (FFE) scheme, the main factors influencing the technological mode of this process (experiment temperature - x_1, ^oC; catalyst amount - x_2, wt.%, the effect of methyl cellosolve on valeric acid - x_3, experiment duration - x_4), the effect on the process indicators (ether yield - y_1, acid number value - y_2) were calculated using the 2^4-level active planning method and subsequent mathematical and statistical experimental values were determined.

Discussion of results

The mathematical equation for the dependence of optimisation parameters on input variables is expressed as a regression equation:

$$y_k = a_0 + \sum_{i=1}^{n} a_i x_i + \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^{n} a_{ij} x_i x_j \qquad (1)$$

where, y_k – optimisation parameter value; x_i, x_j – the coded value of model factors; n – number of factors; a_0 – coefficient of the free term of the regression equation; a_i, a_{ij} – the corresponding influence coefficients and linear effects of a pair of factors.

The S-plus 2000 professional program was used to determine the coefficients of the equation [2]. The statistical analysis of the results, the calculation of regression coefficients and pair correlation coefficients of the specified selection for automated mathematical processing of experimental values were developed by the Math Works company [3].

Based on the experimental data, the following values of the equation coefficients were determined:

$y_1 = 379{,}72 - 7{,}17\, x_1 + 0\, x_2 + 0\, x_3 + 7{,}04\, x_4 + 0{,}1\, x_1 x_2 + 0{,}13\, x_1 x_3 + 0{,}032\, x_1 x_4 + 7{,}31\, x_2 x_3 + 4{,}07\, x_2 x_4 + 8{,}93\, x_3 x_4 + 0{,}031\, x_1^2 - 8{,}24\, x_2^2 - 12{,}8\, x_3^2 - 2{,}96\, x_4^2$ (2)

$y_2 = -782{,}5 + 20{,}3\, x_1 - 0\, x_2 - 0\, x_3 - 48{,}5\, x_4 - 0{,}32\, x_1 x_2 - 0{,}57\, x_1 x_3 + 0.022\, x_1 x_4 - 48{,}88\, x_2 x_3 + 4\, x_2 x_4 - 34{,}8\, x_3 x_4 - 0{,}088\, x_1^2 + 23\, x_2^2 - 57{,}41\, x_3^2 + 9{,}61\, x_4^2$ (3)

Based on the values of the linear coefficients, it is possible to determine to what extent the influence of individual factors affects the values of the optimisation criteria.

During the determination of experimental errors, the repeatability S^2_{rep} was determined, and the regression coefficients were estimated and verified. The average value of the output parameters in the centre of the plan is set to $y_{1av} = 60{,}2$; $y_{2av} = 71$, and

$$S^2_{rep} = \frac{1}{m-1} \sum_1^m (Y_j^{av} - Y_j^{cur})^2 \qquad (4)$$

the prices were calculated in the formula.

$$S_1^2 = 0{,}14 \text{ və } S_2^2 = 0{,}49$$

The coefficients of the regression equation (5) were determined according to the Student's criteria:

$$t = \frac{a_i}{s_{ai}} \geq t_T \qquad (5)$$

s_{ai} – the variance error of the regression coefficients was found using the following formula:

$$S_{ai} = \sqrt{\frac{S^2_{rep}}{N}} \qquad (6)$$

The previously calculated S^2_{rep} and N quantities were substituted into formula (6) to determine the coefficients $s_{ai} = 0{,}003$ and $s_{bi} = 0.175$.

By substituting the calculated coefficients into formula (5), the value of the Student's t-criterion was determined for each coefficient.

Calculations show that the coefficients a_{14} for equation (2) and b_{14}, and b_{24} for equation (3) are insignificant.

Considering the given, equations (2), (3) are written as follows:

$y_1 = 379{,}72 - 7{,}17\, z_1 + 0\, z_2 + 0\, z_3 + 7{,}044\, z_4 + 0{,}1\, z_1 z_2 + 0{,}13\, z_1 z_3 + 0{,}032\, z_1 z_4 + 7{,}31\, z_2 z_3 + 4{,}07\, z_2 z_4 + +8{,}93\, z_3 z_4 + 0{,}031\, z_1^2 - 8{,}24\, z_2^2 - 12{,}8\, z_3^2 - 2{,}96\, z_4$ (7)

$y_2 = -782{,}5 + 20{,}3\, z_1 - 0\, z_2 - 0\, z_3 - 48{,}5\, z_4 - 0{,}32\, z_1 z_2 - 0{,}57\, z_1 z_3 + 0.022\, z_1 z_4 - 48{,}88\, z_2 z_3 + 4\, z_2 z_4 - -34{,}8\, z_3 z_4 - 0{,}088 z_1^2 + 23 z_2^2 - 57{,}41 z_3^2 + 9{,}61 z_4^2$ (8)

The adequacy of equations (7) – (8) was checked according to the Fisher criterion:

$$F = \frac{S^2_{res}}{S^2_{rep}} \leq F_{tab} \qquad (9)$$

where, S^2_{res} – the residual variance determined by the following formula:

$$S^2_{res} = \sum_1^n \frac{(y_j^e - y_j^e)}{N-l} \qquad (10)$$

where, l – number of coefficients in the regression equations, y_j^e, y_j^e - calculated and experimental values of the output function, N- number of experiments in the matrix.

Substituting the calculated values into equations (9) and (10),

$S_{1res}^2 = 0,3$ və $S_{2res}^2 = 5,67$

$F_1=2,143$, $F_2 = 11,57$ the quantities are determined.

The amounts are calculated using the Fisher criterion: $F_1=2,143$, $F_2 =11,57$ Since it is less than the tabular value ($F_{tab}=21$), the regression equations (7) and (8) are adequate for the process carried out under laboratory conditions [5].

Conclusion

Thus, analyzing the calculation results and graphs, we can conclude that the optimisation criteria f(x_1, x_2, x_3, x_4) were used to determine the values of the variable input quantities and it was found that the temperature was 140 ^oC, the amount of catalyst was 2 wt.%, valerian. With an acid: methyl cellosolve ratio of 1:5, a reaction time of 5 hours, and an acid number of 0.22 mg KOH/g, the ether yield was 90.3%. Based on the optimal values found, verification experiments were carried out and the result y = 90.3% was obtained, which once again confirms that the results obtained based on the regression model are adequate to the experimental results.

References

1. Vagif M. Abbasov, Zaur Z. Aghamaliyev, Emil A. Aydinsoy, Nihat Y. Alimadatli. Modelling an image detection algorithm to evaluate the degree of corrosion. Processes of Petrochemistry and Oil-Refining, Baku. 2023, Vol.24, No. 3, p.589-596.
2. S-plus 2000. Professional Release. Math.Soft.Inc. USA, 2000
3. Ketkov Yu. L., Ketkov A.Yu., Shults M.M. Matlab-7 programming of numerical methods. SPb.: BHV-Petersburg, 2004.
4. Alekperova I.I., Agamaliyev Z.Z., Veliyeva F.M., Rasulov C.K. Optimization of phenol cycloalkylation process with cyclohexene in the presence of catalyst KU-23. Processes of petrochemistry and oil refining, 2019, 24(4), 424-432.
5. Alekperova I.I., Aghamaliyev Z.Z., Veliyeva F.M., Rasulov Ch.K. Optimization of the reaction of catalytic cycloalkylation of phenol with cyclohexene // ScientificNet. Publisher in Materials Science & Engineering. Materials Science Forum, Switzerland, 2020, Vol. 869, p. 82-87
6. Rasulov Ch.K., Mekhtizade R.A., Aghamaliyev Z.Z., Abasov S.I. Cycloalkylation of para-cresol with 1-methylcycloalkenes in the presence of phosphorous-containing zeolite // Processes of petrochemistry and oil-refining, 2017, Vol.18, No.1, p.80-87.
7. Yan Z., Zhang Y., Chen J., and Xia Z. “Statistical method for the fatigue life estimation of coke drums”, Engineering Failure Analysis, 2015, vol. 48, pp. 259-271.
8. Mendes M.A., Brito R.M. Mathematical Modeling of an Industrial Delayed Coking Unit. Computer Aided Chemical Engineering, 2015, Vol. 37, p. 515-520.
9. Irada I. Alekperova, Rasim P. Jafarov, Zaur Z. Aghamaliyev, Chingiz K. Rasulov, Khuraman F. Kurbanova, Tofig A. Aliyev. Optimization of phenol alkylation process by isoprene cyclodimers in the presence of a phosphorus-containing zeolite-Y catalyst. Processes of Petrochemistry and Oil Refining, 2022, Vol.23, No.4, pp.676-682.
10. Гамзаева Г.Н. Гасымова Ф.И., Джафаров Р.П., Агамалиев З.З., Фарзализаде О.М. Оптимизация процесса каталитического циклоалкилирования фенола 1-метилциклопентеном. Мир Нефтепродуктов, 2023, №5, с.46-53.
11. Аббасов В.М., Мамедбейли Э.Г., Агамалиева Д.Б., Эфендиева Л.М., Мамедова Н.М., Агазаде Е.Дж., Агамалиев З.З. Синтез производных имидазолинов на основе синтетических нефтяных

кислот и их влияние на микробиологическую коррозию. Практика противокоррозионной защиты. 2018, №1 (87), с.17-23.
12. Агамалиев З., Велиева Ф., Зейналов Э., Ищенко Н. Моделирование и оптимизация процесса каталитического окисления нефтяных углеводородов дизельной фракции //Нефтегазовые технологии. Москва, 2013, №3, с.87-90.
13. Aghamaliyev Z.Z., Abbasov V.M., Zeynalov E.B., Friedrich J.F., Veliyeva F.M. Review of kinetic modeling and optimization of hydrocarbon oxidation // ERDÖL ERDGAS KOHLE. (PETROCHEMIE). Germany, 2012, Jg.128., Heft 2, p.78-82.
14. Zeynalov E.B., Vəliyeva F.M., Ağamalıyev Z.Z., Əfəndiyeva L.M., Nuriyev L.H. MATLAB-7 proqramın köməyi ilə sintetik neft turşularının alınma prosesinin optimallaşdırılması // Azərbaycan kimya jurnalı, 2015, №1, s.54-57.
15. Abbasov V.M., Vəliyeva F.M., Əfəndiyeva L.M., Ağamalıyev Z.Z., Nuriyev L.H., Şaşkayeva M.A., Məmmədova Z.M. Dizel distillatının naften-parafin karbohidrogenlərinin katalitik oksidləşməsindən sintetik neft turşuları və oksiturşular qarışığının alınmasının optimal parametrlərinin müəyyənləşdirilməsi // BDU-nun xəbərləri, 2014, №4, s.26-37.
16. Zeynalov E.B., Abbasov V.M., Əfəndiyeva L.M., Nuriyev L.H., Ağamalıyev Z.Z., Əliyeva A.Z., Nəsibova Q.Q. Müxtəlif karbohidrogenlərin oksidləşməsi zamanı oksigenin udulma kinetikasının xüsusiyyətləri // Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının məruzələri. 2011, №3 (67), s.45-51.
17. В.М. Аббасов, С.А.Мамедханова, Н.Ш.Рзаева, Л.М.Эфендиева, З.З.Агамалиев, Н.Н. Мусаев. Синтетические нефтяные кислоты и некоторые синтезы на их основе // Процессы нефтехимии и нефтепереработки, 2014, т.15, №1 (57), с.3-15
18. Агамалиев З., Велиева Ф., Зейналов Э., Ищенко Н. Моделирование и оптимизация процесса каталитического окисления нефтяных углеводородов дизельной фракции //Нефтегазовые технологии. Москва, 2013, №3, с.87-90.

Reqressiya modeli əsasında metoksietil valeratın alınması üçün optimal şərtlərin tapılması

Zaur Ağamalıyev[1], Ülviyyə Ataşova[2], Orxan Fərzəlizadə[3]

[1,2,3] Azərbaycan Respublikasının Elm və Təhsil Nazirliyinin akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu, Bakı
[1] Kimya Texnologiyası kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı
[1] Texnika elmləri doktoru, dosent, http://orcid.org/0000-0003-2866-1401, zauraghamaliyev@gmail.com
[2] Kiçik elmi işçi, ulviyyaatashova@gmail.com
[3] Kiçik elmi işçi, farzalizadeorxan1998@gmail.com

Xülasə

Sintetik neft turşusu efirləri (SNTE) polimer materialların və dizel yanacağının xüsusiyyətlərini yaxşılaşdırdığı üçün bu efirlərin alınması üçün optimal şəraitin müəyyən edilməsi və eferləşmə reaksiyasının riyazi-statistik üsullarla tədqiqi sənayeyə tətbiq baxımından məqsədəuyğundur.Bu məqsədlə, SNT və kapril turşusu əsasında etilenqlikolun eferləşməsi reaksiyası üzrə aparılmış eksperimental məlumatlar əsasında prosesin göstəricilərinə və kəmiyyət nisbətlərinə adekvat təsir edən reqressiya tənliyi şəklində riyazi model qurulmuşdur. Prosesin göstəricilərinə təsir edən əsas amillər müəyyən edilmiş və adekvat riyazi model əsasında prosesin bütün aspektləri təhlil olunmuşdur. Müxtəlif mümkün variantlar nəzərdən keçirilmiş, çıxış göstəricilərinin dəyişən giriş parametrlərindən asılılığı bir-parametrli şəkildə müəyyən edilmiş və nəticədə əsas məhsulun maksimum miqdarını əldə etməyə imkan verən dəyişən giriş dəyərlərinin

təyini ilə prosesin optimallaşdırılması məsələsi həll edilmişdir.

Açar sözlər: *optimallaşdırma, riyazi modelləşdirmə, reqressiya, statistik təhlil, sintetik neft turşuları.*

Нахождение оптимальных условий получения метоксиэтил валерата на основе регрессионной модели

Заур Агамалиев[1], Ульвия Аташова[2], Орхан Фарзализаде[3]
[1,2,3] Институт нефтехимических процессов имени академика Ю.Г. Мамедалиева Министерства науки и образования Азербайджанской Республики, Баку
[1] Кафедра химической технологии, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку
[1] Доктор технических наук, доцент, http://orcid.org/0000-0003-2866-1401, zauraghamaliyev@gmail.com
[2] Младший научный сотрудник, ulviyyaatashova@gmail.com
[3] Младший научный сотрудник, farzalizadeorxan1998@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Поскольку эфиры синтетических нефтяных кислот (СНК) улучшают свойства полимерных материалов и дизельного топлива, целесообразно определить оптимальные условия их получения и изучить реакцию этерификации с использованием математико-статистических методов с целью их внедрения в промышленность.С этой целью на основе экспериментальных данных по реакции этерификации этиленгликоля с участием СНК и каприловой кислоты была разработана математическая модель процесса в виде регрессионного уравнения, адекватно отражающая полученные показатели и количественные соотношения. Были определены основные факторы, влияющие на параметры процесса, и все его аспекты проанализированы с использованием адекватной математической модели. Рассмотрены возможные варианты, установлена однопараметрическая зависимость выходных значений от переменных входных параметров, и в результате задача оптимизации процесса была решена путём определения значений переменных входных факторов, обеспечивающих максимальный выход основного продукта.

Ключевые слова: *оптимизация, математическое моделирование, регрессия, статистический анализ, синтетические нефтяные кислоты.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1554

RADİASİYA VƏ DUZ STRESLƏRİNİN ADİ LOBYA YARPAQLARINDA OKSALASETATDEKARBOKSILAZA FERMENTİNƏ TƏSİRİNİN ÖYRƏNİLMƏSİ

Nərmin Quliyeva[1], Fariz Əmirli[2], Nərgiz Ömərova[3], Vüsalə Rzayeva[4], Günel Quliyeva[5].

[1]AR ETN Radiasiya Problemləri İnstitutu
[2,3,4,5] Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti,

[1] Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru https://orcid.org/0009-0006-1241-4819, narmin.guliyeva@asoiu.edu.az
[2] Professor https://orcid.org/0000-0002-9095-2982, fariz.emirov@asoiu.edu.az
[3]https://orcid.org/0000-0002-8721-1059
[4]https://orcid.org/0000-0003-4352-099X
[5]https://orcid.org/0009-0004-1253-770X

Xülasə
Radiasiya və duz stresinin təsiri altında adi lobya yarpaqlarında (*Phaselus vulgaris* L.) oksalasetatdekarbiksilaza (OAD) fermentinin aktivliyi müxtəlif doza və qatılıqlarda öyrənilmişdir. Təcrübə iki mərhələdə aparılmışdır. Birinci mərhələ üçün adi lobya bitkisinin qurq toxumları Co 60 mənbəyində qamma şüalarla işlənmişdir. Ikinci mərhələ üçün isə adi lobya birkisinin toxumlarıduz stresi şəraitində inkişaf etdirilmişdir. Daha sonra təcrübənin növbəti mərhələləri üçün bitkilər vegetasiya qablarına köçürülmüş və hidropanika şəraitində cücərdilmişdir. Məlum olmuşdur ki, OAD-aza fermentinin aktivliyi radiasiya stresinə nəzərən duz (NaCl) stresinin təsiri altında daha çox olmuşdur. Piruvat biosintezinin əsas fermenti olan OAD-aza fermenti radiasiya stresinin təsiri ilə inkişafın ilk günlərində aktivliyi daha çox müşahidə olunmuşdur, lakin zaman keçdikcə stres şəraitində aktivlikdə azalmalar müşahidə olunuşdur. Duz stresi şəraitində inkişaf edən bitkilərdə adaptasiya prosesləri təcdicən baş verdiyi üçün bitkilər stres şəraitinə daha dözümlü olurlar. Hər iki stres şəraitində OAD –aza fermenti energetik balansın təmin edilməsində əsas rol oynayır.
Açar sözlər: *Phaselus vulgaris L., OAD-aza, radiasiya, NaCl, stres, adaptasiya*

GİRİŞ

Abiotik stres amilləri mədəni bitkilərin məhsuldarlığını təxminən 30-35%-ə qədər azaldır [10]. Dünya üzərində quru torpaq sahəsinin ~ 20% şoranlaşması [3], həmçinin dünya əhalisinin sayının durmadan artması [5] nəticəsində stresə davamlı və yüksək məhsuldar yeni mədəni bitki sortlarının seleksiya yolu ilə seçilərək yaradılması qida probleminin həlli üçün böyük əhəmiyyəti vardır. Bitkilərin stresə davamlılığının, həm də onların məhsuldarlığının energetik mübadilənin ferment sistemlərinin aktivlik səviyyəsindən asılı olması bu problemi daha da aktual edir [9].

Orqanizmin fizioloji sabitliyinin saxlanmasını təmin etmək üçün ali bitkilərin yarpaq hüceyrələrinin mitoxondri, xloroplast və sitozollarında lokalizasiya olunan energetik sistemin komponentləri metabolizmdə əlaqələndirilmiş fəaliyyət göstərir. Bu nöqteyi-nəzərdən energetik sistemə daxil olan fotosintez, qlikoliz və tənəffüs kimi mürəkkəb biokimyəvi proseslər bitkilərin funksional və energetik səviyyədə stresə adaptasiyasında mühüm rol oynaya bilirlər.

Bitkilərdə baş verən fotosintezin son məhsullarından biri olan qlükozanın anaerob oksidləşməsi nəticəsində yaranan piruvatın metabolizmi çoxtərəflidir. Canlı orqanizmlərdə piruvat karbohidrat, lipid və zülallardan, malat və oksalasetat (OA) kimi üzvi turşulardan sintez olunur. Piruvat eyni zamanda bir çox biokimyəvi çevrilmələrə - OA, laktat, alanin, etil spirti, malat, qlükoza və s. kimi maddələrin sintezinə yol açaraq, enerjiyaranma prosesində iştirak edir [8]. Piruvat Krebs dövranına qoşulmaqla aerob şəraitdə öz metabolizmini davam etdirir. Reaksiya nəticəsində Krebs dövranının aralıq metabolitlərindən biri olan OA-a çevrilir ki, alınan OA qlükoneogenez yolu ilə yenidən qlükozanın sintezinə sərf olunur [8].

He və Hou öz tədqiqatlarında xloroplastlara daşınan OA-ın böyük bir hissəsinin OAD katalizatorluğu ilə dekarboksilləşərək piruvatın sintezinə sərf olduğunu göstərmişlər [7].

Orqanizmin nizamlılığının qoruyub saxlanılmasını müəyyən olunmuşdur ki, piruvatın metabolizmində OAD, NAD-malatdehidrogenaza, NADF-malatdehidrogenaza,Karboanhidraza, və s. fermentlər normal biokimyəvi mühit yaratmaqla həyata keçirirlər. Malat və OA Krebs dövranının aralıq metabolitlərindən olmaqla xloroplastlarda istifadə olunan piruvatın bilavasitə mənbəyi hesab oluna bilər. [1].

Piruvatın çoxtərəfli fizioloji-biokimyəvi proseslərdəki rolunu nəzərə alaraq onun biosintezində iştirak edən OAD fermentinin aktivliyinin radiasiya və duz stresləri şəraitində tənzim olunmasının müqayisəli öyrənilməsinin böyük elmi və praktik əhəmiyyəti vardır.

Məqsəd

Tədqiqatın məqsədi stres (radiasiya və duz) şəraitində yetişib məhsul verə bilən birki sortlarının alınması və seleksiya yolu ilə xeyirli əlamətləri olan bitkilərin seçilməsidir. Bu məqsədlə radiasiya və duz stresini təsiri aldında yetişən bitkilərin ayrı ayrılıqda tədqiqi aparılmışdır.

Tədqiqat

Qarşıya qoyulmuş məqsədə çatmaq üçün adi lobya (Phaselus vulgaris L.) bitkisinin quru toxumlarından istifadə olunmuşdur. Müxtəlif doazalarda (1, 5, 10, 50, 100 və 200 Qr) şüalandırılmış lobya toxumları 15 dəq 3%-li hidrogen peroksid məhlulunda dezinfeksiya olunmuşdur.Sonra 2-3 dəfə distillə suyu ilə yuyulmuşdur. Filtr kağızı ilə örtülmüş petri çaşkalarında isladılaraq termostatda qaranlıq mühitdə cücərdilmişdir.



A



B

Şəkil 1. A – Radiasiya stresi B – Duz (NaCl) stresi.

Şüalanmış toxumlardan alınan cücərtilər adi suyunda hidro panika şəraitində, şüalanmamış toxumlardan alınan cücərtilər isə hər birinə 1, 5, 10, 50 və 100 mM NaCl məhlulu əlavə olunmuş 400 ml – lik vegetasiya qablarına köçürülərək temperaturu 25-28ºC, fotoperiod 14 saat, rütubət 60-70%, olan süni iqlim kamerasında yerləşdirilmişdir. Təcrübə üçün nümunələr hər 5 gündən bir götürülmüşdür. Təcrübələrimiz 5, 10 və 15 günlük bitkilər üzərində aparılmışdır.

Fermentlərin aktivlik dərəcəsinin ölçülməsi üçün preparatın hazırlanması zamanı 5, 10 və 15 günlük bitkilərdən alınan yarpaqlar distillə suyu ilə yuyulmuş, filtr kağızı ilə qurudulmuşdur. 1 q yarpağa 10 mM NaCl, 1 mM EDTA-Na, 1 mM Na-askorbat, 0,4 M saxaroza və 0,1% polietilenqlikol (PEQ) tərkibli, pH 7,8, 20 mM Tris-HCl buferindən 10 ml əlavə edilməklə +4ºC-də Politron dezintegratorunda homogenizasiya olunmuşdur. Alınan homogenat 4 qat tənzifdən süzüldükdən sonra, filtrat isə parçalanmayan toxuma hissəciklərindən azad olunmaq üçün sentrifuqada əvvəlcə 300 dövr sürətlə 5 dəq, sonra isə 5000 dövr sürətlə 10 dəq müddətində çökdürülmüşdür. Çöküntüüstü mayedən biokimyəvi analizlər üçün istifadə edilmişdir.

Spektrofotometrik (Ultrospec 3300 pro, USA) üsulla OAD aktivliyi təyin olunmuşdur [4]. OAD aktivliyi 340 nm dalğa uzunluğunda NADH-ın miqdarının dəyişməsinə əsasən təyin edilmişdir. OA-ın dekarboksilləşməsi ilə əlaqədar olaraq piruvatdan laktatın alınması reaksiyasında NADH-ın miqdarı azalır.

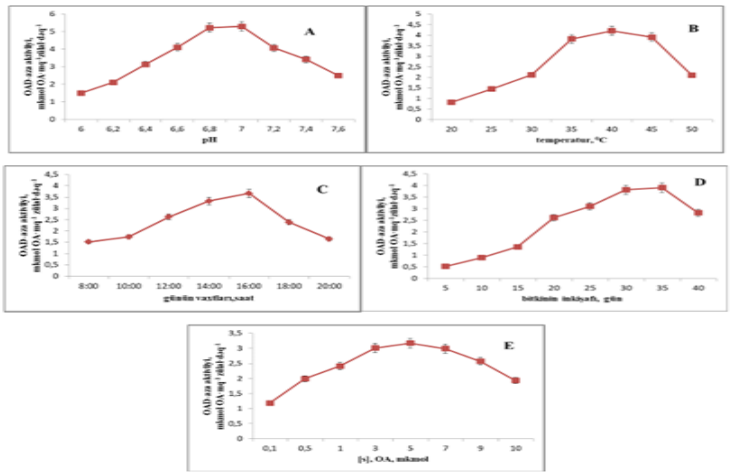
Nəticə

Bitkinin inkişafının zəifləməsi stres amillərinin təsiri ilə fotosintezlə tənəffüs arasındakı tarazlıqdan asılıdır [6]. Bitkilər aləmində karbonun assimilyasiyası əsasında enerjinin istehsalında və saxlanmasında yarpaqlar mühüm rol oynayır. Onlar öz fəaliyyətlərini xarici mühitin dəyişən şəraitinə uyğunlaşdırırlar.

Tədqiqatçılar göstərirlər ki, bitkilərin xloroplastlarına diffuziya yolu ilə nəql olunan piruvat orada sintez olunan lipidin ümumi miqdarının 4-5%-ə qədərini təmin edə bilir [11]. Lipidlərin biosintezində istifadə olunan piruvatın ~95%-ə qədəri OAD fermentinin katalizatorluğu ilə xloroplastlarda OA-dan sintez olunur [2].

Piruvatın sintezində bir çox fermentlər iştirak edir. Onun yüksək bioloji keyfiyyətlərini nəzərə alaraq sintezini həyata keçirən fermentlərdən biri olan OAD fermentinin aktivliyinin öyrənilməsinin böyük elmi əhəmiyyəti vardır. OAD OA-ı dekarboksilləşdirərək piruvata çevirir.

Enzimologiyada ilk növbədə optimal şəraitin seçilməsi ilə hər bir fermentin aktivliyinin təyini tədqiqi başlayır. Bu səbəbdən də öyrəndiyimiz hər bir fermentin aktivliyinin lobya bitkisinin yaşından, sutkalıq tsikldən, substratın qatılığından, mühitin temperaturundan, reaksiya mühitinin pH-dan asılılığını tədqiq etmişdir. Götürdüyümüz fermentlərin hər birinin aktivliyinin ən yüksək səviyyəsini şərtləndirən parametrlərin təyini bizə tədqiqat məqsədi ilə təcrübələrin qoyulduğu günü və şəraiti düzgün qiymətləndirməyə imkan vermişdir.

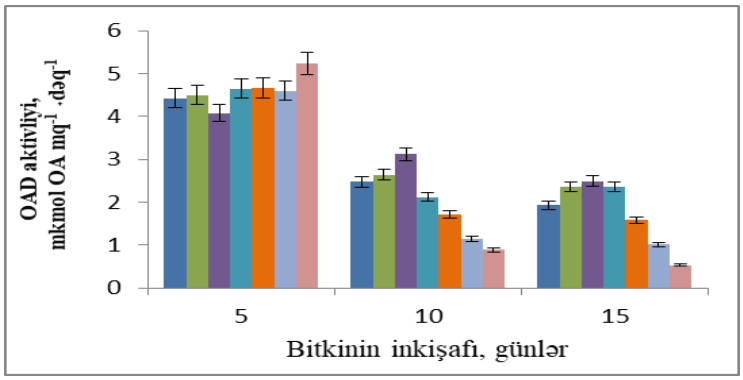


Şəkil 2. Lobya yarpaqlarında OAD aktivliyinin homogenizasiya mühitinin pH-ından (A),

temperaturundan (B), günün vaxtlarından (C), bitkinin inkişaf fazalarında (D) və substratın qatılığından (E) asılılığı.

Şəkildən göründüyü kimi, reaksiya mühitinin pH-ı 7.0-7.2 (şəkil A), temperaturu 35-45oC (şəkil B) olduqda, günorta saatlarında (saat ~14.00-16.00 radələrində) (şəkil C) və bitkinin inkişafının çiçəkləmə fazasında (şəkil D) OAD-aza optimal aktivliyə malik olur.

3və 5 -ci şəkillərdə OAD-nın tədqiqinə dair aldığımız nəticələr əks olunmuşdur.



Şəkil 3. Müxtılif şüalanma dozalarında lobya yarpaqlarında OAD aktivliyinin zamandan asılı dəyişmə dinamikası.

K, Qr, 5 Qr, 10 Qr, 50 Qr, 100 Qr, 200 Qr

Nəticələrdən aydın olur ki, bitkinin inkişafının ilk 5 günü ərzində OAD fermentinin aktivliyinin şüalanma dozasının 1 Qr, 5 Qr, 10 Qr, 50 Qr, 100 Qr aralığında asılılığı nəzərəçarpacaq qədər deyildir.Lakin 200 Qr şüalanma dozasında isə ferment aktivliyində kiçik artma müşahidə olunmuşdur. Seçdiyimiz şüalanma dozalarının hamısında bitkinin inkişafının ilk 5 günü ərzində OAD fermentinin aktivliyi yüksək həddə olmuş və kontrol nümunənin aktivliyindən, demək olar ki, fərqlənməmişdir.

Təcrübələrin sonrakı mərhələlərində aydın olur ki, bitkinin İnkişafında (10 günlük cücərtilər halında) bu fermentin aktivliyinin həm zamandan, həm də şüalanma dozasından kəskin asılılığı vardır. Daha dəqiq desək,10 günlük cücərtilərin kontrol nümunəsində fermentin aktivliyi 5 günlük cücərtilərlə müqayisədə təxminən 2 dəfə kiçik olmuşdur. Şüalanmış toxumlardan yetişən cücərtilərdə də 5 günlüklə müqayisədə 10 günlük bitkilərdə OAD fermentinin aktivliyi xeyli kiçik olmuşdur.

Lakin OAD aktivliyinin şüalanma dozasından asılılığına gəldikdə isə fərqli mənzərənin şahidi oluruq. Belə ki, 1 Qr,5 Qr və 10 Qr doza oblastında şüalanma dozasının artması fermentin aktivliyinin getdikcə artması ilə nəticələnmişdir. 10 Qr -ə bərabər şüalanma dozasında ferment ən yüksək aktivlik nümayiş etdirmişdir. Şüalanma dozasının 50 Qr,100Qr və 200 Qr doza oblastında artması isə, əksinə, fermentin aktivliyinin kəskin azalmasına səbəb olmuşdur. 200 Qr şüalanma dozasında fermentin aktivliyi kontrolla müqayisədə təxminən 2,5 dəfə kiçik olmuşdur.

Bitkinin inkişafının 15-ci günündə fermentin aktivliyində baş verən dəyişmələr 10 günlük cücərtilərdəki aktivlikdən fərqlənməmişdir.

Bildiyimiz kimi, duz stresinin təsirinə məruz qalan ilk orqan kök, ilk fizioloji proses isə kök hüceyrələrinin membranlarında yerləşən ion nasoslarıdır. İon nasosları kök hüceyrələri ilə rizosfera arasında fizioloji əlaqə yaratmaqla, digər orqanlarda həyata keçən fizioloji-biokimyəvi və digər proseslərə ciddi təsiretmə imkanlarına malikdir. Belə olan halda stres şəraitində piruvatın

metabolizmində rolu olan fermentlərlə H+-nasoslarının əlaqələndirilmiş funksiyalarının öyrənilməsi bitkilərin stresə adaptasiyası mexanizmlərinin öyrənilməsində xüsusi əhəmiyyət kəsb edə bilər. Deyilənləri nəzərə alaraq, energetik mübadilənin bəzi fermentlərinin və köklərdə H+-nasosun aktivlik göstəricilərinin zamandan və duzun qatılığından asılı dəyişmə dinamikasını öyrənməyi məqsədəmüvafiq hesab etmişik. Müxtəlif NaCl qatılıqlarında lobya bitkisinin yarpaqlarında katalaza (KAT), NAD-malatdehidrogenaza (NAD-MDH), oksalasetatdekarboksilaza (OAD), piruvatkinaza (PK) fermentlərinin və kök hüceyrələrində H+-nasosların aktivlik göstəricilərinin zamandan və duzun qatılığından asılı olaraq dəyişmə dinamikasına dair aldığımız nəticələr cədvəldə təqdim edilmişdir.[12]

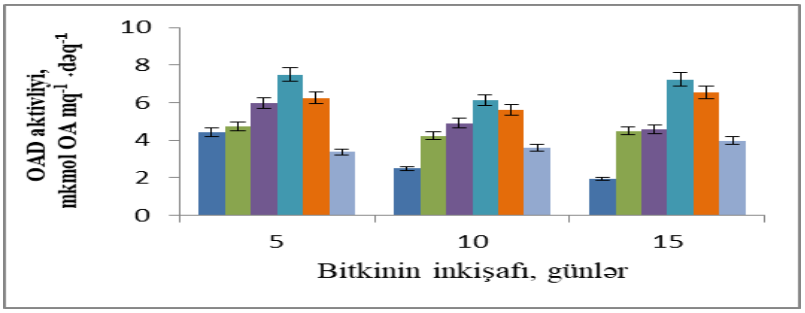
NaCl, mM	MDA	H_2O_2	KAT	NAD-MDH	PK	OAD	C_{H^+}
5 günlük cücərtilər							
K	132.0±14.3	199,0	0.371±0.14	88.81±9.44	2.08±1.20	4.43±0.65	$0,14\cdot10^{-6}$
1	129.6±12.7	198,0	1.291±0.37	91.14±11.3	2.51±0.89	4.75±0.81	$0,4\cdot10^{-5}$
5	147.0±20.8	184.5	1.753±0.81	98.14±14.2	2.79±0.78	5.96±1.16	$0,71\cdot10^{-5}$
10	162.0±16.7	143.5	2.387±0.16	109.2±15.1	2.11±1.22	7.49±3.39	$0,76\cdot10^{-5}$
50	172.0±19.1	142,0	3.599±1.01	115.4±18.6	2.05±1.11	6.25±2.43	$0,86\cdot10^{-5}$
100	177.0±17.8	172,0	0.879±0.92	136.8±20.3	1.87±0.65	3.37±1.77	$0,43\cdot10^{-5}$
10 günlük cücərtilər							
K	130.0±10.3	200.0	0.383±0.07	98.63±14.7	1.81±0.99	2.48±0.92	$0,12\cdot10^{-5}$
1	132.0±9.82	190.0	1.781±0.28	99.63±15.1	1.99±0.87	4.23±1.18	$0,23\cdot10^{-4}$
5	134.0±8.78	172.8	2.620±1.08	117.6±21.7	2.62±0.11	4.90±1.15	$0,55\cdot10^{-4}$
10	146.0±8.98	132.5	2.580±0.98	127.1±20.2	2.48±0.39	6.12±1.47	$0,66\cdot10^{-4}$
50	151.0±9.76	102.3	4.720±1.76	141.0±23.0	2.45±0.76	5.60±2.41	$0,56\cdot10^{-4}$
100	139.8±12.9	163.5	1.230±0.11	154.5±19.8	2.51±1.31	3.58±1.23	$0,46\cdot10^{-4}$
15 günlük cücərtilər							
K	129.0±12.4	212.0	0.486±0.31	125.0±17.1	2.23±1.00	1.93±0.59	$0,24\cdot10^{-5}$
1	148.0±9.32	193.5	1.939±0.32	121.5±14.3	2.41±0.34	4.49±2.11	$0,62\cdot10^{-5}$
5	123.0±8.73	158.5	2.887±1.22	123.9±12.9	2.36±1.03	4.56±2.34	$0,65\cdot10^{-5}$
10	105.0±9.11	161.0	3.123±1.12	159.9±26.5	2.96±1.12	7.23±2.25	$0,79\cdot10^{-5}$
50	105.0±9.13	189.6	5.782±2.43	215.8±25.9	2.95±2.11	6.56±2.24	$0,89\cdot10^{-5}$
100	98.5±11.92	154.7	1.335±0.86	247.7±22.2	2.99±0.92	3.98±1.45	$0,78\cdot10^{-5}$

Qeyd: KAT - mkmol H_2O_2·mq^{-1}zülal·dəq^{-1}; NAD-MDH - mkmol OA·mq^{-1}zülal·dəq^{-1}; PK-aza - mkmol piruvat· mq^{-1}zülal·dəq^{-1}; OAD-aza - mkmol OA mq^{-1}zülal·dəq^{-1}; C_{H^+} - mkekv/saat, MDA - mM/ml; H_2O_2-mkM/ml; K - kontrol

Şəkil 4. Müxtəlif qatılıqlarda NaCl-un lobya bitkisinin yarpaqlarında KAT, NAD-MDH, PK, OAD fermentlərinin və kök hüceyrələrində H+-nasosların aktivliyinin dəyişmə dinamikasına təsiri

Qeyd: KAT - mkmol H2O2·mq-1zülal·dəq-1; NAD-MDH - mkmol OA·mq-1zülal·dəq-1; PK-aza - mkmol piruvat· mq 1zülal·dəq-1; OAD-aza - mkmol OA mq-1zülal·dəq-1; CH+ - mkekv/saat, MDA - mM/ml; H2O2-mkM/ml; K - kontrol

Şəkil 5-də lobya bitkisi yarpaqlarının xloroplastlarında OAD fermentinin aktivliyinin duz konsentrasiyasından asılı dəyişmə dinamikası verilmişdir.



Şəkil 5. NaCl-un müxtılif qatılıqlarının təsirindən lobya yarpaqlarında OAD aktivliyinin zamandan asılı olaraq dəyişmə dinamikası.

-K, -1 mM, - 5 mM, -10 mM, -50 mM, -100 mM, -200 mM

Şəkildən göründüyü kimi 5, 10 və 15 günlük cücərtilərdə OAD aktivliyinin duzun qatılığından və stresin təsir müddətindən asılılığında müəyyən oxşarlıqlar vardır. Duzun qatılığının 1 – 10 mM intervalında artması bitkinin inkişafının bütün mərhələlərində ferment aktivliyinin artmasına səbəb olur. Lakin 10 mM –dan yüksək qatılıqlarda isə əksinə, duz stresinin güclənməsi ferment aktivliyinin azalması ilə nəticələnir.

Duz və radiasiya streslərinin ayrılıqda təsiri şəraitlərində alınan nəticələri müqayisə etsək, görərik ki, OAD oxşar aktivlik nümayiş etdirmir. Radiasiya şüalanmasına məruz qalmış toxumlardan əmələ gəlmiş 5 günlük cücərtilərin yarpaqlarında radiasiya OAD aktivliyinə əhəmiyyətli təsir etmədiyi halda, NaCl bu fermentin aktivliyinə bitkinin inkişafının ilk günlərindən təsir etməyə başlamışdır. Duz stresi (NaCL), radiasiya stresindən fərqli olaraq, müəyyən qatılıqlarda (5, 10, 50 mM) OAD aktivliyinə stimullaşdırıcı təsir göstərir ki, bunu da energetik proseslərdə universal substrat kimi piruvata olan ehtiyacla izah etmək olar.

Alınan nəticələr əsasında belə bir fikrə gəlmək olar ki, OA-ı dekarboksilləşdirmək yolu ilə piruvatın biosintezini həyata keşirən OAD fermentinin aktivliyi radiasiya və duz stresləri şəraitində hüceyrənin energetik mübadiləsinin tənzim olunmasında və adaptivlik əlamətlərinin yaranmasında iştirak edə bilər.

Ədəbiyyat

[1] Иванишев В.В. (1990) Об оксалоацетат декарбоксилазной активности хлоропластов из листьев С3-растений. Физиология растений. 37(6): 1065

[2] Иванишев В.В. (1992) Выделение и некоторые свойства высокоочищенной оксалоацетат декарбоксилазы из хлоропластов листьев подсолнечника. Физиология растений. 39(4): 760-768

[3] Кафи М. (2003) Содержание углеводов и пролина в листьях, корнях и апексах сортов пшеницы, устойчивых и чувствительных к засолению. М. Кафи, В. С. Стюарт, Л. М. Борланд. Физиология растений. 50(2): 174-182

[4] Dimroth P., Thomer A. (1986) Kinetic analysis of the reaction mechanism of oxaloasetate decarboxylase from Klebsiella aerogenez. European Journal of Biochemistry. 156(1): 157

[5] Dyson H.I.T. (1999) Population and food. Global trends and future prospects. European Journal of Population. 15: 203-204

[6] Flexas J., Bota J., Galme´s J., et al. (2006) Keeping a positive carbon balance under adverse conditions: responses of photosynthesis and respiration to water stress. Physiologia Plantarum. 127: 343–352

[7] He W., Hou H.J.M. (2014) Chemistry of Biomimetic mixed valence oxo manganese-based materials mimicking photosynthetic water splitting. Edited by Allakhverdiev S.I., Rubin A.B., Shuvalov V.A. Contemporary problems of Photosynthesis. Moscow. 1: 381-405

[8] Lehninger A., Nelson D., Michael M. (2008) Principles of Biochemistry (5th ed.) / New York, NY: W.H. Freeman and Company. 528

[9] Miflin B. (2000) Crop improvement in the 21st century. Journal of Exp. Botany. 51: 1-8

[10] Peters E., Joseph S., Day S., Garety P. (2004) Measuring delusional ideation: the 21-item Delusions Inventory (PDI) / Schizophrenia Bulletin, 30: 1005–1022

[11] Roughan H.G., Holland R., Slack C.R. (1979) Acetate in the preferred substrate for long-chainfatty acid synthesis in isolated Spinach chloroplasts. Biochem. J., 184(3): 565-569

[12] Guliyeva, N.R. Comparative study of catalase, pyruvate kinase, oxaloacetate decarboxylase, NAD-malate dehydrogenase activities in leaves and activity of H+-pumps in roots bean plants exposed to salt stress / E.S. Jafarov, H.G. Babayev // Advanced Studies in Biology, -2020c, 12(1), -p. 1-7

Srudy of effekt ofradiation and salt stresses on oxaloacetate decarboxylase enzyme in common bean leaves

Narmin Guliyeva[1], Fariz Amirli[2], Nargiz Omarova[3], Vusala Rzayeva[4], Gunel Guliyeva[5]

[1]Institute of Radiation Problems
[2,3,4,5]Azerbaijan State Oil and Industry University
[1] PhD, https://orcid.org/0009-0006-1241-4819, narmin.guliyeva@asoiu.edu.az
[2] Professor, https://orcid.org/0000-0002-9095-2982, fariz.emirov@asoiu.edu.az
[3]https://orcid.org/0000-0002-8721-1059
[4]https://orcid.org/0000-0003-4352-099X
[5]https://orcid.org/0009-0004-1253-770X

ABSTRACT

The effect of radiation and salt stress on the activity of oxaloacetate decarboxylase (OAD) enzyme in common bean leaves (Phaseolus vulgaris L.) was studied at various doses and concentrations. The experiment was carried out in two stages. In the first stage, the dry seeds of common bean plants were treated with gamma radiation from a Co-60 source. For the second stage, the seeds of the common bean plants were grown under salt stress conditions. Subsequently, for the next stages of the experiment, the plants were transferred to vegetative containers and germinated under hydroponic conditions. It was found that the activity of the OAD enzyme was higher under salt (NaCl) stress compared to radiation stress. The OAD enzyme, which is the main enzyme in the biosynthesis of pyruvate, exhibited higher activity during the early days of development under radiation stress, but over time, a decrease in activity was observed under stress conditions. In plants grown under salt stress, adaptation processes occurred gradually, making the plants more resistant to stress. In both stress conditions, the OAD enzyme plays a crucial role in maintaining energy balance.

***Keywords**: Phaseolus vulgaris L., OAD-ase, radiation, NaCl, stress, adaptation.*

Исследование воздействия радиационного и солевого стрессов на фермент оксалоацетатдекарбоксилазу в листьях фасоли обыкновенноой

Нармин Гулиева[1],Фариз Амирли[2],Наргиз Омарова[3], Вусала Рзаева[4], Гюнель Гулиева[5]

[1]Институт Радиационных Проблем
[2,3,4,5]Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
[1] Кандидат биологических наук, https://orcid.org/0009-0006-1241-4819, narmin.guliyeva@asoiu.edu.az
[2] Профессор, https://orcid.org/0000-0002-9095-2982, fariz.emirov@asoiu.edu.az
[3]https://orcid.org/0000-0002-8721-1059
[4]https://orcid.org/0000-0003-4352-099X
[5]https://orcid.org/0009-0004-1253-770X

РЕЗЮМЕ

Влияние радиационного и солевого стресса на активность фермента оксалоацетатдекарбоксилазы (ОАД) в листьях фасоли обыкновенной (Phaseolus vulgaris L.) было изучено при различных дозах и концентрациях. Эксперимент проводился в два этапа. На первом этапе сухие семена фасоли обрабатывались гамма-излучением от источника Co-60. На втором этапе семена выращивались в условиях солевого стресса. В последующих

стадиях эксперимента растения были перенесены в вегетационные контейнеры и проращивались в гидропонных условиях. В результате исследования было установлено, что активность фермента ОАД была выше при солевом (NaCl) стрессе по сравнению с радиационным. ОАД, являющийся ключевым ферментом в биосинтезе пирувата, проявлял высокую активность в первые дни развития под действием радиационного стресса, однако со временем наблюдалось снижение активности фермента в условиях стресса. У растений, выращенных в условиях солевого стресса, адаптационные процессы происходили постепенно, что делало их более устойчивыми к стрессу. При обоих типах стрессовых условий фермент ОАД играет важную роль в поддержании энергетического баланса.

Ключевые слова: Phaseolus vulgaris L., оксалоацетатдекарбоксилаза (ОАД-аза), радиация, NaCl, стресс, адаптация.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1562

METANIN SEOLİT KATALAİZATORLARI ÜZƏRİNDƏ DEHİDROAROMATLAŞDIRILMASI

Aytac Səmədova[1], Nemət Sadiqov[2], Rüfanə Quliyeva[3], Sabir Əmirov[4]

[1,2,3,4] Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
[1,2,3,4] Üzvi maddələr və Yüksəkmolekullu birləşmələrin texnologiyası kafedarsı
[1] Magistr,aliyaazra46@gmail.com
[2]Magistr,nemetsadiqov592@gmail.com
[3]Magistr,rufanequliyeva0@gmail.com
[4]Dosent, sabir.54@gmail.com

Xülasə

Metanın seolit katalizatorları üzərində dehidroaromatlaşdırılması, metanın aromatik birləşmələrə çevrilməsi prosesidir. Bu prosesin əsas məqsədi metanı yüksək dəyərli aromatikləşmiş məhsullara (xüsusilə benzol, toluol və ksilollar kimi) çevirməkdir.Seolit katalizatorları bu reaksiyanı sürətləndirən effektiv materiallardır və onlar öz xüsusi strukturları və böyük səth sahələri ilə fərqlənirlər.Seolit katalizatorlarının iştirakı ilə metan dehidrogenləşir və onun strukturunda aromatikləşmə baş verir. Seolitlər (xüsusilə ZSM-5 kimi) yüksək seçiciliyə və istilik dayanıqlığına malik katalizatorlardır.Seolitlər metan molekullarını aktivləşdirərək dehidrogenləşmə prosesini təmin edirlər.Seolitlərin məsaməli strukturu, reaksiya zamanı reaksiyaya girən maddələrin və məhsulların səmərəli daşınmasına kömək edir. Bu prosesdə metan molekulları əvvəlcə dehidrogenləşir, sonra isə aromatik birləşmələrə çevrilir. Bu, xüsusilə tərkibində karbon və hidrogen atomları olan yüksək dəyərli məhsulların istehsalına səbəb olur. Dehidroaromatlaşdırma reaksiyası yüksək temperatur (450-700°C) və müəyyən təzyiq şəraitində həyata keçirilir. Katalizatorun aktivliyi və seçiciliyi, temperatur və təzyiq kimi faktorlarla optimallaşdırılır. Seolit katalizatorları yüksək səviyyədə seçiciliyə və katalitik fəaliyyətə malikdir, bu da prosesin effektivliyini artırmaqla benzol, toluol və ksilollar kimi yüksək tələbatlı aromatik birləşmələr əldə etməyə imkan verir. Bu proses, metan kimi sadə və geniş yayılan karbohidrogeni yüksək dəyərli kimyəvi məhsullara çevirmək üçün ideal bir metod hesab olunur.

Seolit katalizatorlarının zamanla aktivliyini itirməsi, xüsusilə karbon katalizatorun aktiv səthində yığılması və aktivsizləşdirilməyə məruz qalması bu prosesin uzunmüddətli tətbiqi üçün əsas problemlərdən biridir.Prosesin iqtisadi cəhətdən əlverişli olması üçün enerjinin və resursların səmərəli istifadə edilməli və katalizatorların təkrar istifadəsi mümkün olmalıdır.

Açar sözlər: *Metan, aromatik karbohidrogenlər, aromatlaşdırma, seolit katalizatorları, Mo-ZSM-5, selektivlik*

GİRİŞ

Metanın yanacaq və kimyəvi məhsullara çevrilməsi üçün effektiv və selektiv metodların inkişafı, böyük miqdarda karbonhidrogen qazlarının mövcudluğu və həmçinin neftdən olan asılılığın azaldılmasının zəruriliyi səbəbindən aktuallıq kəsb edir [2-6]. Hazırda metanın emalı üzrə iki əsas istiqamət qeyd oluna bilər: metanın birbaşa və dolayı konversiyası.Praktikada metanın emalı ilə bağlı bütün çevrilmə prosesləri, metanın buxar, karbon qazı ilə konversiyası və metanın qismən oksidləşməsi yolu ilə sintez qazının əldə edilməsinə əsaslanır [2, 5-9].

Metanın qeyri-iqtisadi istifadəsinin səbəbi, onun çevrilməsi ilə bağlı xərclərin iqtisadi xarakteridir. Metan çox sabit və simmetrik molekuldur. C–H əlaqəsinin enerjisi 425 kC/mol olduğu üçün bu əlaqənin qırılması yolu ilə metanın aktivləşdirilməsi yüksək temperatur və ya oksidləşdiricilərin istifadəsini tələb edir. Bununla yanaşı, metanın qiymətli kimyəvi məhsullara çevrilməsi ilə bağlı bir mərhələli proseslərin araşdırılması ilə bağlı işlərin sayı hər il artır. Metanın dehidroaromatlaşdırılması (DHA) prosesi, metanın seolit əsaslı katalizatorlar üzərində aromatik birləşmələrə çevrilməsi reaksiyasını təsvir edir [11]. Bu, son illərdə karbohidrogen sənayesində maraq doğurmuş mühüm bir katalitik prosesdir. DHA, xüsusilə metan və digər alkanların daha yüksək dəyərə malik məhsullara çevrilməsinə imkan verir, bu da enerji və kimya sənayeləri üçün faydalı ola bilər [11]. Metan, dünyanın ən geniş və ucuz karbohidrogen tərkibli qazı olmasına baxmayaraq, struktur olaraq doymuş bir birləşmədir və çox reaktiv deyildir. Buna görə də, onun daha qiymətli və faydalı məhsullara çevrilməsi üçün yüksək səmərəli və spesifik katalizatorlara ehtiyac duyulur.

Məqsəd

Bu tədqiqatın məqsədi ZSM-5 tipli yüksək silisiumlu seolit və nanoölçülü Mo tozu əsasında hazırlanmış bifunksional katalizatorların hazırlanma şəraitinin metanın aromatik karbohidrogenlərə çevrilməsi prosesində aktivliyini və dayanıqlığını artırmaq üçün təsirinin araşdırılmasıdır. Odur ki, ilk növbədə aşağıdakı məqsədlər müəyyən olunmuşdur.

1.ZSM-5 tipli seolitin və nanoölçülü Mo tozunun mexaniki qarışdırılması nəticəsində əldə edilmiş 4,0 % Mo/ZSM-5 katalizatorunun fiziki-kimyəvi və katalitik xassələrinə temperaturun təsirinin tədqiqi.

2.4,0 % Mo/ZSM-5 katalizatorunun hazırlanmasında istifadə olunan seolitin ilkin formasının (Na-, NH_4- və H-formasının) katalizaotrun fiziki-kimyəvi və katalitik xüsusiyyətlərinə təsirini öyrənmək;

Metanın aromatik karbohidrogenlərə (benzol, toluol, naftalin) qeyri-oksidləşmə konversiyası başqa bir perspektivli emal prosesidir [2, 10]. Metanın dehidroaromatlaşdırılması həm oksidləşmə, həm də qeyri-oksidləşmə şəraitində mümkündür. Lakin O_2 mövcudluğunda benzolun miqdarı 1%-dən çox olmur, və yaranan karbohidrogenlər asanlıqla CO, CO_2 və H_2O-ya oksidləşir. Modifikasiya edilmiş seolit tərkibli katalizatorlar ilə inaktiv mühitdə metan demək olar ki, selektiv şəkildə benzola çevrilir və miqdarı 14%-ə qədər çatır [13].

Metanın aromatik karbohidrogenlərə çevrilməsi, metanın etilenə çevrilməsindən daha əlverişlidir [11]. Metanın benzola çevrilməsinin termodinamiki hesablamaları (6CH4 → C6H6 + 9H2) göstərir ki, bu reaksiya üçün ΔG=0 1075 ºC temperaturunda olur, lakin müxtəlif katalitik sistemlərdən istifadə edildikdə (müxtəlif tip zeolitlərdən -ZSM-5, ZSM-8, ZSM-11, MCM-22, MCM-41, TNU-9 və s.) və (keçid metallardan -Mo, W, Cr, V, Fe və s.) metanın konversiyası 700 ºC-də 12%, 800 ºC-də isə 24% təşkil edir [7].

Seolitlər fərqli quruluşa malik mikroməsaməli kristal bərk birləşmələrdir. Onlar əsasən silisium, alüminium, oksigen, su və digər molekullardan ibarətdir .Seolitlərin metanın aromatlaşması üçün katalizator daşıyıcısı kimi geniş yayılması onların yüksək kristallığı, zəif və güclü turşu mərkəzlərinin olması, istilik sabitliyi və böyük xüsusi səth sahəsi ilə bağlıdır. Məsamə diametri 5-6 Å olan seolitlərin metanın aromatlaşma katalizatorları üçün ən uyğun katalizator olduğu müəyyən edilmişdir [12]. Yüksək silisiumlu seolitlər ümumiyyətlə hidrotermiki şəraitdə qələvi mühitdə 80-200 °C temperaturda sintez olunur. Seolitlər, silikat və alüminium oksidlərindən ibarət məsaməli strukturlara malikdirlər. ZSM-5 kimi seolitlər katalitik fəaliyyət

baxımından önəmlidir, çünki onların kristal strukturu yüksək seçicilik və katalitik aktivliyi təmin edir. Aromatlaşdırma reaksiyası yüksək temperaturda (450-700°C) və müəyyən təzyiq şəraitində aparılır. Seolit katalizatorlarının termiki dayanıqlığı, bu şəraitdə reaksiya üçün uyğunluğunu təmin edir. Yüksək temperatur və təzyiq altında, metan molekulları katalizator üzərində dehidrogenləşir və aromatlaşma baş verir. Metanın aromatik karbohidrogenlərə çevrilməsi prosesi üçün Mo ilə modifikasiya edilmiş seolit katalizatorunun istifadəsi daha əlverişlidir. Aktiv komponentlər olaraq aşağıdakılar istifadə edilmişdir: Zn, W, Re, Cu, Mn ,Cr, Pt, V və Fe. Cədvəl 1-də göstərilir ki, Mo tərkibli katalizatorlar, digər metal tərkibli katalizatorlarla müqayisədə, metanın aromatik karbohidrogenlərə çevrilməsi prosesində ən yüksək aktivliyə malikdir.

Cədvəl 1. Mo tərkibli katalizatorlar, digər metal tərkibli katalizatorlarla müqayisəsi

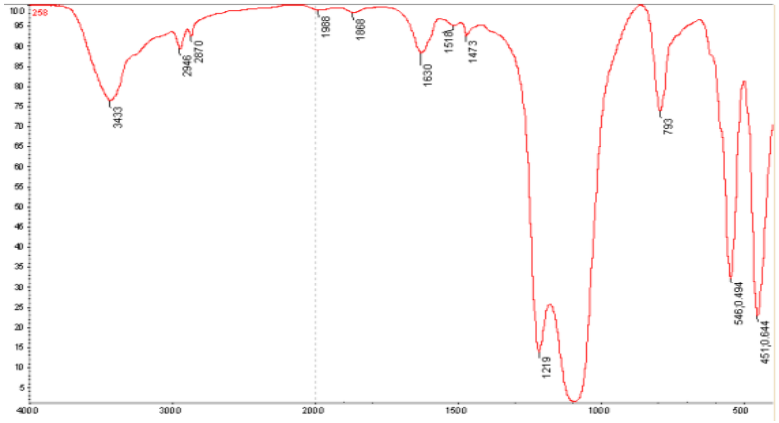
Metal	Reaksiya şərtləri		Metanın konversiyası %	Selektivlik	
	T, ^{0}C	W, ml $\cdot q_{kat}^{-1} \cdot s^{-1}$		Benzol	Naftalin
3 % Mo	700	1500	11,0	60,4	8,
3 % W	800	1500	9,6	89,3	10,0
5 % Re	700	720[a]	7,0	48,0	11,0
2 % Fe	750	800[a]	4,1	61,8	16,1
2 % V	750	800[a]	3,2	31,6	6,3
4 % Mn	700	1600	4,4	53,7	7,9
2 % Cr	750	800[a]	1,1	72,0	3,7
2 % Zn	700	1500	1,0	69,9	
2 % Cu	700	1500	0,6	50,1	
2 % Pt	700	1500	0,03	0	
2 % Ni	700	1500	0,01	0	
Qeydlər: [a] – W, s^{-1}					

Mo/ZSM-5 katalizatorlarının katalitik xüsusiyyətləri. Metanın dehidroaromatlaşdırılması üçün ən aktiv və geniş öyrənilmiş katalizator Mo/ZSM-5-dir. Metanın çevrilməsi prosesində kontaktların katalitik xüsusiyyətlərinin müəyyən edilməsi üçün Mo-nun aktiv formalarının vəziyyətinin, seolit matrisinin fiziki-kimyəvi xassələrinin və onların qarşılıqlı təsirinin təbiətinin öyrənilməsi böyük əhəmiyyət kəsb edir.

ZSM-5 seolitinin NH4- və H-formalarının hazırlanması qaydası. Yüksək silisiumlu seolitlər Na-formasında katalitik aktivliyə malik deyildir, buna görə də onları aktiv H-formasına keçirmək üçün dekationlaşdırırlar [14]. Seolitin dekationlaşdırılması 25 %-lik NH4Cl məhlulu ilə 95 °C temperaturda 2 saat ərzində davamlı qarışdırılaraq aparılır.Qızdırma üçün su hamamı istifadə olunur. Dekationlaşdırma başa çatdıqdan sonra seolit Büxner filtrasiyası ilə distillə edilmiş su ilə yuyuldu və 100 °C-də 6 saat ərzində qurudulur. H-formasının əldə edilməsi üçün seolit 550 °C-də 6 saat ərzində bişirilir. Metal tərkibli katalizatorların hazırlanması Mo/ZSM-5 katalizatorları NH4 və ya H-formalı seolitin nanoölçülü molibden tozu ilə mexaniki şəkildə qarışdırılması yolu ilə bərk faza sintezi yolu ilə hazırlanmışdır. Nanoqabaritli molibden tozu elektrikli naqil partlatma metodu ilə argon mühitində əldə edilmişdir [8,11]. Nanoölçülü Mo tozunun hissəcikləri ölçüləri 0,6-7,5 nm olan sferik aqlomeratlar şəklindədir. Aqlomeratlar 40-120 nm ölçülü hissəciklərdən əmələ gəlir. Qarışdırma prosesi KM-1 top vibromillində 2 saat ərzində aparılmışdır. Nəticədə qarışıq 250 ° C-də qızdırılmışdır.

Metodlar

İQ-spektroskopiya.İnfraqırmızı (İQ) spektrləri sintetik nümunələr üçün «Nicolet 5700» İK-Furye spektrometrində 2000-400 sm^{-1} intervalında əldə edilmişdir. Nümunələr hava şəraitində KBr ilə tablet şəklində sıxılaraq hazırlanılır (300 mq KBr-a 1,2 mq seolit). Tədqiq olunan seolitin İQ spektri şəkil 1-də verilmişdir.

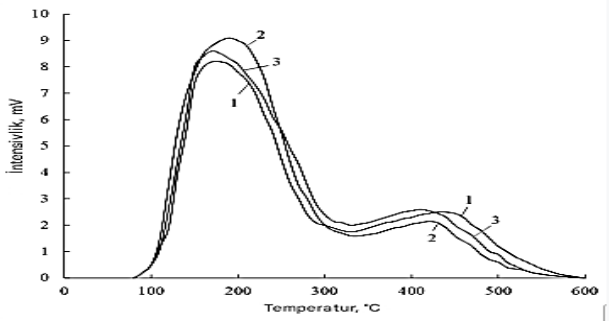


Şəkil 1. Sintez edilmiş seolitin IR spektri

Məlumdur ki, yüksək silisiumlu seolitlər turşu əsaslı katalizatorlardır və molibden mərkəzlərində metan aktivləşməsi baş verdikdə və aralıq məhsulların sonrakı aromatlaşması seolitin turşu mərkəzlərində baş verdikdə Mo tərkibli seolit katalizatorları ikifunksiyalı xarakter daşıyır [21]. Buna görə də Mo/ZSM-5 katalizatorlarının hazırlanmasında istifadə edilən başlanğıc seolit formalarının turşu xassələrinə təsirinin araşdırılması daha maraqlı olmuşdur. Tədqiqatın nəticələri şəkil 2 -də təqdim edilmişdir.

Yüksək silisiumlu seolitlər turşu əsaslı katalizatorlardır. Molibden mərkəzlərində metanın aktivləşməsi baş verdikdə və aralıq məhsulların seolit turşu mərkəzlərində aromatlaşdıqda Mo tərkibli seolit katalizatorları ikifunksiyalı xarakter daşıyır. Buna görədə Mo/ZSM-5 katalizatorlarının hazırlanmasında istifadə olunan seolitin başlanğıc formalarının turşu xassələrinə təsirinin araşdırılması mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Şəkil 2-də göstərilən əyrilərdən görünür ki, termodesorbsiya əyriləri bütün tədqiq edilən nümunələr üçün 175-195 və 415-440 °C bölgəsində yaxşı müəyyən edilmiş temperatur maksimumları olan iki zirvəyə malikdir və bu iki növün mövcudluğunu göstərir. turşu mərkəzlərinin (zəif və güclü turşu mərkəzləri).

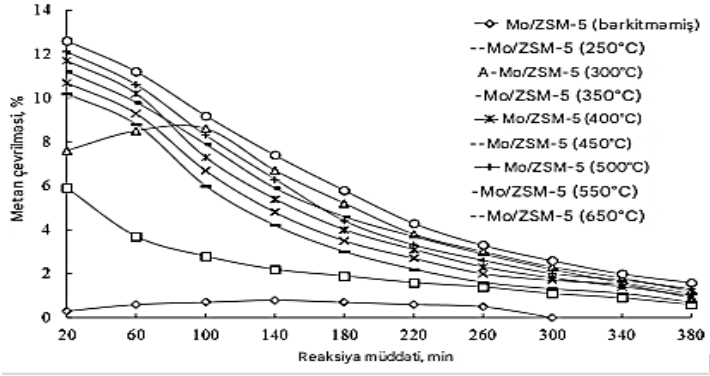


Şəkil 2. H- (2) və NH4-formada (3) seolit əsasında alınmış seolit HZSM-5 (1) və 4,0% Mo/ZSM-5

katalizatorlarının TD spektrləri.

Qeyd etmək vacibdir ki, Na-formasındakı seolitlər üçün termik emaldan sonra da iki növ turşu mərkəzi müşahidə olunur, Brensted turşu mərkəzləri yalnız H-formasındakı seolitlərə xasdır. Lakin, Brensted turşu mərkəzləri yalnız H-formasındakı seolitlərdə mövcuddur. Na-formasındakı seolitlərdə güclü turşu mərkəzlərinin mövcudluğu, seolitin sintezində köməkçi maddə kimi GMDA-dan (heksametilendiamin) istifadə olunması ilə əlaqədardır. GMDA, struktur yaradan funksiya ilə yanaşı, seolitin çərçivəsi ilə sıx bağlanmış kompensasiya edən kationun rolunu da oynayır. Güclü turşu mərkəzlərinin əmələ gəlməsi, GMDA-nın parçalanması nəticəsində seolitin bişirilməsi zamanı baş verir. Seolitlər dekationlaşdırma mərhələsini tələb etmir, digər köməkçi maddələrdən istifadə edildikdə, Na^+ kationlarının tam şəkildə aradan qaldırılması üçün onların təkrar dekationlaşdırılması tələb olunur.

Heksametilendiamindən istifadə edildikdə ilkin Na-ZSM-5 seolitində natriumun miqdarı 0,32 % kütlə faizi təşkil edir, seolitin dekationlaşdırılması yolu ilə H-formasına keçirildikdən sonra bu göstərici 0,04 % kütlə faizinə enir.



Şəkil 3. Müxtəlif temperaturlarda qızdırılmış 4,0% Mo/ZSM-5 katalizatorunun reaksiya müddətindən asılı olaraq metanın çevrilməsi.

Görünür ki, istilik təsirinə məruz qalmamış katalizator bu prosesdə ən aşağı aktivlik nümayiş etdirir, onun üzərindəki metanın çevrilməsi bütün reaksiya boyu 1,0%-i keçmir; 4,0% Mo/ZSM-5 katalizatorunun qızdırılma temperaturunun artması ilə onun fəaliyyətinin aktivliyi və dayanıqlığı artır. 300 °C-də qızdırılmış bir nümunə üçün 100 dəqiqəlik induksiya dövrü müşahidə olunur, metan çevrilməsi 7,6-dan 8,6% -ə qədər artır. İnduksiya dövrünün olması onunla əlaqədardır ki, bu katalizatorun qızdırılma temperaturunda cəmi 20% MoO3 əmələ gəlir, metanla təmasda olduqda aktiv MoCx mərkəzlərinə çevrilir. Mo metanla qarşılıqlı təsirdə olduqda MoCx də əmələ gəlir, lakin bu reaksiya ləng gedir və buna görə də 300 °C-də qızdırılmış 4,0% Mo/ZSM-5 katalizatorunda kifayət qədər aktiv sahələrin əmələ gəlməsi daha çox vaxt tələb edir. Ən yüksək metan çevrilməsi 450 °C-də qızdırılmış 4,0% Mo/ZSM-5 katalizatorunda əldə edilir və 20 dəqiqəlik reaksiyadan sonra 12,6% təşkil edir.

Nəticə

Katalizatorun 4,0 % Mo/ZSM-5 temperaturla müalicəsi zamanı aktiv MoO_3 fazasının miqdarı artır və 550 °C-də molibden tamamilə oksid fazasına keçir. Bununla belə, 4,0 % Mo/ZSM-5 katalizatorunun ən yüksək aktivliyi 450 °C-də piroliz temperaturunda əldə edilir.

Həmçinin, NH_4-formalı zeolitin Mo-tərkibli katalizatorun hazırlanmasında istifadəsi güclü turşu mərkəzlərinin qatılığını artırır, bu da katalizatorun katalitik xüsusiyyətlərinə müsbət təsir

göstərir. Metanın çevrilməsi prosesində ən yüksək aktivlik və selektivlik NH_4-formalı seolit əsasında hazırlanmış katalizator tərəfindən nümayiş olunur, bu isə katalizatorun hazırlanma prosesində mərhələlərin sayını azaltmağa imkan verir.

Metanın aromatlaşma prosesində ən yüksək aktivlik və stabillik NH_4-formalı seolit əsasında hazırlanmış Mo-tərkibli katalizator tərəfindən nümayiş olunur, bu da katalizatorun hazırlanma mərhələlərinin sayını azaltmağa imkan verir. 750 °C və 1000 saat^{-1} həcm sürətində 4,0 % Mo/NH_4-ZSM-5 katalizatorunda metanın konversiyası 12,7 % təşkil edir, 4,0 % Mo/H-ZSM-5 nümunəsində isə bu göstərici 11,2 % olur.

Ədəbiyyat

1. BP Statistical review of world energy.–London.Pure print Group.–2017.–50 p.
2. Horn, R.Methane activation by heterogeneous catalysis / R. Horn,R. Schlogl // Catal. Lett.–2015.–V. 145.–P.23-39.
3.McFarland,E.Unconventional chemistry for unconventional natural gas / E.McFarland // Science.–2012.–V.338.–P.340-342.
4.Wang,B.Advances in methane conversion processes / B.Wang, S.Albarracin-Suazo,Y.agan-Torres,E.Nikolla // Catal.Today.–2017.–V.285.–P.147-158.
5.Пинаева,Л.Г.Перспективы прямой каталитической переработки метана в востребованные химические продукты. Обзор / Л.Г. Пинаева,А.С.Носков,В.Н.Пармон // Катализ в промышленности.– 2017.– Т.17.
6.Mishra, S.Non-oxidative conversion of methane into higher hydrocarbons over Mo/MCM-22 catalyst / S.Mishra, S.Balyan, K.K.Pant, M.A.Haider // J.Chem.Sci.–2017.– V.129.– P.1705-1711.
7.Степанов, А.А.Неокислительная конверсия метана в ароматические углеводороды на цеолитах типа ZSM-5, модифицированных Мои Re /А.А.Степанов, В.И. Зайковский, Л. Л. Коробицына, А.В.Восмериков // Нефтехимия.– 2019.– Т.59.– № 1.– С.83-90.
8.38.Tan, P.Active phase, catalytic activity and induction period of Fe/zeolite material in nonoxidative aromatization of methane / P.Tan // J.Catal.– 2016.– V.338.– P.21-29.
9.Abdelsayed, V.Investigation of the stability of Zn-based HZSM-5 catalysts for methane dehydroaromatization / V.Abdelsayed, M.W.Smith, D.Shekhawat // Appl. Catal.A:General.– 2015.– V.505.– P.365-374.
10.Han, B.A review of the direct oxidation of methane to methanol / B.Han, Y.Yang, Y.Xu, U.J.Etim, K. Qiao, B.Xu, Z. Yan // Chinese J. Catal.– 2016.– V.37.– P.1206-1215.
11.Xu, Y.The catalytic stability of Mo/HZSM-5 in methane dehydroaromatization at severe and periodic CH_4-H_2 switch operating conditions / Y.Xu, J.Lu, J.Wang, Y.Suzuki, Z.-G.Zhang // Chem. En.J.– 2016.– V.168.– P.390-402.
12.Li, X.T.**,** Wang, Y.P., Chen, D.Y.Recent advances in methane dehydroaromatization using modified zeolite catalysts / X. T.Li, Y.P.Wang, D. Y.Chen // Journal of Molecular Catalysis A:Chemical.- 2022.- V.500.- P.115-120.
13.Wei, Y.G**.**, Wang, T.M., Lu, H.X.Effect of metal modification on the catalytic performance of zeolites for methane aromatization / Y.G. Wei, T.M.Wang, H.X.Lu // Journal of Catalysis.- 2021.- V.397.- P.45-50.
14.Jang, K.**C.**, Park, S.P., Kim, J.H. Methane dehydroaromatization over metal-modified zeolite catalysts / K.C.Jang, S.P.Park, J.H. Kim // Chemical Engineering Science.- 2023.- V. 268.- P.115-118.

Dehydroaromatization of Methane over Zeolite Catalysts

Aytac Samedova[1], Nemat Sadiqov[2], Rufana Guliyeva[3], Sabir Amirov[4]

[1,2,3,4] Azerbaijan State University of Oil and Industry
[1,2,3,4] Department of Technology of Organic Substances and High-Molecular Compounds
[1]Master's degree, aliyaazra46@gmail.com
[2] Master's degree, nemetsadiqov592@gmail.com
[3]Master's degree,rufanequliyeva0@gmail.com
[4] Associate Professor,sabir.54@gmail.com

ABSTRACT

Dehydroaromatization of methane is the process of converting methane into aromatic compounds. The primary goal of this process is to transform methane into high-value aromatized products, particularly benzene, toluene, and xylenes. Zeolite catalysts are effective materials that accelerate this reaction, distinguished by their unique structures and large surface areas.In the presence of zeolite catalysts, methane undergoes dehydrogenation followed by aromatization. Zeolites, especially ZSM-5, are catalysts with high selectivity and thermal stability. They facilitate the activation of methane molecules and promote the dehydrogenation process. The porous structure of zeolites aids in the efficient transport of reactants and products during the reaction. Initially, methane molecules are dehydrogenated and subsequently converted into aromatic compounds. This leads to the production of high-value chemicals composed mainly of carbon and hydrogen atoms.The dehydroaromatization reaction is typically carried out under high temperatures (450–700°C) and specific pressure conditions. The activity and selectivity of the catalyst are optimized through factors such as temperature and pressure. Zeolite catalysts possess high levels of selectivity and catalytic performance, which enhances the efficiency of the process and enables the production of in-demand aromatic compounds such as benzene, toluene, and xylenes. This process is considered an ideal method for converting methane, a simple and abundant hydrocarbon, into valuable chemical products.However, one of the main challenges for the long-term application of this process is the gradual loss of catalytic activity over time, primarily due to carbon deposition on the active surface of the catalyst, leading to deactivation. For the process to be economically viable, energy and resource use must be optimized, and the regeneration or reuse of catalysts should be feasible.

Keywords: *Methane, aromatic hydrocarbons, aromatization, zeolite catalysts, Mo-ZSM-5, selectivity*

Дегидроароматизация метана на цеолитных катализаторах

Айтач Самедова[1], Немат Садыгов[2], Руфана Гулиева[3], Сабир Амиров[4]
[1,2,3,4] Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
[1,2,3,4] Кафедра технологии органических веществ и высокомолекулярных соединений
[1] Магистрант, aliyaazra46@gmail.com
[2] Магистрант, nemetsadiqov592@gmail.com
[3] Магистрант, rufanequliyeva0@gmail.com
[4] Доцент, sabir.54@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Дегидроароматизация метана представляет собой процесс превращения метана в ароматические соединения. Основная цель этого процесса — конвертация метана в высокоценные ароматические продукты, такие как бензол, толуол и ксилолы. Цеолитные катализаторы являются эффективными материалами, ускоряющими данную реакцию, и отличаются своей уникальной структурой и большой площадью поверхности.При участии цеолитных катализаторов метан подвергается дегидрированию, после чего в его структуре происходит ароматизация. Цеолиты, особенно такие как ZSM-5, являются катализаторами с высокой селективностью и термической стабильностью. Они активируют молекулы метана и способствуют процессу дегидрирования. Пористая структура цеолитов способствует эффективной транспортировке реагентов и продуктов во время реакции. В этом процессе молекулы метана сначала дегидрируются, а затем преобразуются в ароматические соединения, что позволяет получать ценные продукты, содержащие атомы углерода и водорода.Реакция дегидроароматизации осуществляется при высоких температурах (450–700 °C) и определённом давлении. Активность и селективность катализатора оптимизируются с учётом таких факторов, как температура и давление. Цеолитные катализаторы обладают высокой селективностью и каталитической активностью, что повышает эффективность процесса и позволяет получать востребованные ароматические соединения, такие как бензол, толуол и ксилолы. Этот процесс считается идеальным методом преобразования метана — простого и широко распространённого углеводорода — в высокоценные химические продукты.Одной из основных проблем длительного применения данного процесса является потеря активности цеолитных катализаторов со временем, особенно из-за накопления углерода на активной поверхности катализатора, что приводит к его деактивации. Для обеспечения экономической целесообразности процесса необходимо эффективно использовать энергию и ресурсы, а также обеспечить возможность регенерации и повторного использования катализаторов.

Ключевые слова: *Метан, ароматические углеводороды, ароматизация, цеолитные катализаторы, Mo-ZSM-5, селективность*.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1570

ELEKTROENSEFALOQRAFİYA SİQNALLARINDAN İSTİFADƏ ETMƏKLƏ PSİXİ POZĞUNLUQLARIN AŞKARLANMASI METODLARI

Amalya Həsənova[1], Abdulla Səlimov[2]

[1,2] Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kimya texnologiya fakültəsi, Bakı, Azərbaycan

[1] dosent, biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, amali.hesenova@gmail.com
[2] magistr, abdullaselimov02@gmail.com

Xülasə

Elektroensefaloqrafiya (EEQ) beyin fəaliyyətini zərərsiz şəkildə ölçən və nevroloji, psixiatrik tədqiqatlarda geniş istifadə olunan mühüm bir diaqnostik vasitədir. Son illərdə EEQ siqnallarının analizi psixi pozğunluqların aşkarlanması və diaqnostikası sahəsində inqilabi dəyişikliklərə səbəb olmuşdur. Müxtəlif psixi pozğunluqlar beynin elektrik aktivliyində spesifik dəyişikliklər yaradır və bu dəyişikliklərin EEQ vasitəsilə qeydə alınması mümkündür. Klassik psixiatrik diaqnoz metodları əsasən subyektiv klinik müşahidələrə və psixoloji testlərə əsaslanır. Bu isə bəzən qeyri-dəqiq və gecikmiş diaqnoza səbəb ola bilər. EEQ analizi isə beyin dalğalarının obyektiv şəkildə qiymətləndirilməsi üçün istifadə olunan bir üsuldur və psixi pozğunluqların erkən mərhələdə aşkarlanmasına imkan yaradır.

EEQ dalğaları fərqli tezlik diapazonlarına malikdir və psixi pozğunluqların müxtəlif tiplərində bu dalğaların fəaliyyətində dəyişikliklər baş verir. Məsələn, depressiya xəstələrində alın payının frontal hissəsində alfa dalğalarının asimmetriyası müşahidə edilir, bu isə xəstənin emosional vəziyyətində və idrak fəaliyyətində dəyişikliklərin olduğunu göstərir. Şizofreniya xəstələrində isə theta dalğalarının anormal artımı və gamma aktivliyinin azalması diqqət çəkir. Bipolyar pozuntu zamanı manik epizodlar zamanı beta dalğalarının yüksək olması, depressiv fazalarda isə alfa dalğalarının azalması müşahidə edilir. Diqqət çatışmazlığı və hiperaktivlik sindromunda (DÇHS) theta/beta nisbətinin yüksəlməsi əsas neyrofizioloji göstəricilərdən biri kimi qəbul edilir.

EEQ siqnallarının təhlili üçün müxtəlif siqnal emalı üsulları tətbiq olunur. Bu metodlar siqnalların müxtəlif komponentlərə ayrılmasını və onların spesifik xüsusiyyətlərinin aşkarlanmasını təmin edir. Fourier transformasiyası və dalğacıq transformasiyası kimi üsullar vasitəsilə beyin dalğalarının tezlik və zaman bölgüsü üzrə analizi aparılır. Spektral güc analizi isə siqnalın müxtəlif diapazonlarda gücünü ölçərək müəyyən patologiyaların izlərini aşkar etməyə kömək edir. Bu metodlar sayəsində psixi pozğunluqların neyrofizioloji biomarkerləri müəyyən edilir və obyektiv diaqnostik vasitə kimi istifadə olunur.

Son illərdə süni intellekt və maşın öyrənmə metodlarının tətbiqi EEQ analizinin dəqiqliyini artırmışdır. Süni neyron şəbəkələri, dərin öyrənmə və dəstək vektor maşınları (SVM) kimi alqoritmlər vasitəsilə EEQ siqnallarının avtomatik emalı və sinifləndirilməsi mümkün olmuşdur. Bu texnologiyalar psixi pozğunluqların aşkarlanmasını daha sürətli, dəqiq və obyektiv şəkildə həyata keçirməyə imkan yaradır. Məsələn, şizofreniya və depressiyanın avtomatik aşkarlanması üçün yaradılan neyron şəbəkələri xəstə və sağlam fərdlər arasındakı fərqləri yüksək dəqiqliklə müəyyən edə bilir.

EEQ əsaslı diaqnostika metodlarının tətbiqi psixi sağlamlıq sahəsində mühüm üstünlüklər təqdim

edir. Birincisi, bu metod subyektiv diaqnostik yanaşmalardan fərqli olaraq obyektiv məlumatlar əsasında analiz aparmağa imkan verir. İkincisi, EEQ vasitəsilə xəstəliklərin erkən mərhələdə aşkarlanması mümkün olur, bu da müalicənin effektivliyini artırır. Üçüncüsü, süni intellekt və maşın öyrənmə texnologiyalarının inteqrasiyası nəticəsində psixi pozğunluqların avtomatik diaqnostikası və monitorinqi həyata keçirilə bilər ki, bu da klinik praktikada həkimlərin işini asanlaşdırır və xəstələrin daha tez dəqiq diaqnoz almasını təmin edir.

Gələcək perspektivlər baxımından EEQ əsaslı psixi sağlamlıq diaqnostikası sahəsində bir sıra yeni texnologiyaların tətbiqi gözlənilir. Süni intellektin daha da inkişaf etdirilməsi və biotibbi sensor texnologiyalarının təkmilləşdirilməsi nəticəsində real vaxt rejimində psixi sağlamlıq vəziyyətinin monitorinqi mümkün olacaqdır. Bununla yanaşı, fərdiləşdirilmiş psixi sağlamlıq diaqnostikası və müalicə metodlarının inkişaf etdirilməsi istiqamətində aparılan tədqiqatlar EEQ analizinin daha geniş tətbiq sahələrinə yol açır.

Ümumilikdə, EEQ siqnallarının analizi psixi pozğunluqların obyektiv diaqnostikasında mühüm yer tutur və müasir texnologiyaların tətbiqi bu sahədə yeni imkanlar yaradır. Bütün bu tədqiqatlar və innovativ metodlar sayəsində EEQ əsaslı psixi sağlamlıq diaqnostikası yaxın gələcəkdə daha geniş yayılacaq və psixiatriyada yeni bir dövrün başlanğıcı olacaqdır.

Açar sözlər: *Psixi pozğunluqlar, diaqnoz, siqnalın işlənməsi, EEQ, beyin fəaliyyəti, sinir mexanizmləri, əlaqə təhlili, fərdi müalicə.*

GİRİŞ

Psixi sağlamlıq insanın ümumi rifahına və cəmiyyətə uyğunlaşma qabiliyyətinə birbaşa təsir edən ən vacib amillərdən biridir. Müasir dövrdə psixi pozğunluqların geniş yayılması bu sahənin aktuallığını artırır və daha effektiv diaqnostika, müalicə və nəzarət üsullarının işlənib hazırlanmasını zəruri edir. Dünya Səhiyyə Təşkilatının (DST) son statistikasına əsasən, dünya əhalisinin təxminən 20%-i ömrünün müəyyən dövründə psixi sağlamlıq problemləri ilə üzləşir. Depressiya, bipolyar pozuntu, şizofreniya, posttravmatik stress sindromu (PTSS), obsesiv-kompulsiv pozuntu (OKP), diqqət çatışmazlığı-hiperaktivlik sindromu (DÇHS) və digər psixi xəstəliklər təkcə fərdi səviyyədə deyil, həm də cəmiyyət və iqtisadiyyat üçün ciddi problemlər yaradır.

Ənənəvi olaraq, psixi pozğunluqların diaqnostikası klinik müşahidələrə, psixoloji testlərə və xəstənin öz subyektiv təsvirlərinə əsaslanır. Bu metodlar tibbdə uzun müddət istifadə edilsə də, onların dəqiqliyi və obyektivliyi ilə bağlı bir sıra problemlər mövcuddur. İlk növbədə, subyektiv simptomlara əsaslanan diaqnoz xəstə və ya həkimin yanlış qiymətləndirməsi səbəbindən qeyri-dəqiq ola bilər. İkinci problem isə psixi pozğunluqların simptomlarının digər xəstəliklərlə qarışmasıdır. Məsələn, depressiya və bəzi nevroloji pozğunluqlar oxşar simptomlarla müşayiət oluna bilər ki, bu da diaqnostik səhvlərə gətirib çıxara bilər. Bundan əlavə, bəzi xəstələr psixi vəziyyətləri barədə tam və dürüst məlumat verə bilmirlər və ya verdikləri məlumatlar qeyri-dəqiq olur. Bu səbəbdən, obyektiv və etibarlı diaqnostika üsullarına ehtiyac duyulur.

Bu ehtiyacı qarşılamaq üçün son illərdə neyrofizioloji və biotibbi texnologiyaların tətbiqi psixi pozğunluqların diaqnostikasına yeni yanaşmalar gətirmişdir. Bu texnologiyalar arasında elektroensefaloqrafiya (EEQ) mühüm yer tutur. EEQ insan beyninin elektrik aktivliyini qeyri-invaziv şəkildə ölçməyə imkan verən metodlardan biridir və psixi pozğunluqların neyrofizioloji əsaslarını araşdırmağa şərait yaradır. Beyin neyronlarının fəaliyyəti zəif bioelektrik impulsları yaradır və bu impulslar baş dərisinin səthinə yerləşdirilmiş elektrodlar vasitəsilə qeydə alınır.

EEQ texnologiyası vasitəsilə müxtəlif psixi pozğunluqlar zamanı beyində baş verən spesifik dəyişikliklər aşkar edilə bilər.

EEQ metodu əvvəllər əsasən epilepsiya və digər nevroloji xəstəliklərin diaqnostikası üçün istifadə edilirdi. Lakin son illərdə aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, EEQ məlumatları psixi pozğunluqların da diaqnostikası üçün effektiv ola bilər. Psixi pozğunluqlara malik insanların beyin dalğalarının müəyyən tezliklərində dəyişikliklər müşahidə olunur ki, bu da onların diaqnostikasında mühüm biomarker kimi çıxış edə bilər.

Məsələn, depressiya xəstələrində alının frontal hissəsində alfa dalğalarının asimmetrik paylanması müşahidə edilir. Şizofreniya xəstələrində isə gamma dalğalarının aktivliyinin azalması və theta dalğalarının güclənməsi baş verir. Bipolyar pozuntu zamanı fərqli emosional fazalar arasında beyin dalğalarının dəyişməsi nəzərə çarpır. Diqqət çatışmazlığı-hiperaktivlik sindromu (DÇHS) olan insanlarda isə theta/beta nisbətinin qeyri-adi şəkildə yüksəlməsi müşahidə edilir. Bütün bu neyrofizioloji dəyişikliklər EEQ texnologiyası vasitəsilə qeydə alına və analiz edilə bilər.

EEQ-nin psixi pozğunluqların aşkarlanması və diaqnostikası sahəsində istifadəsi üçün bir neçə yanaşma mövcuddur. Ənənəvi olaraq, siqnal emalı metodları Fourier transformasiyası, dalğa transformasiyası və spektral analiz kimi üsulları əhatə edir. Bu metodlar vasitəsilə beyinin müxtəlif tezlik diapazonlarında fəaliyyətini ölçmək və spesifik dəyişiklikləri müəyyən etmək mümkündür. Bundan əlavə, süni intellekt və maşın öyrənmə metodlarının tətbiqi sayəsində EEQ məlumatlarının daha effektiv şəkildə analiz edilməsi mümkün olmuşdur.

Xüsusilə süni neyron şəbəkələri və dərin öyrənmə texnologiyaları vasitəsilə müxtəlif psixi pozğunluqları avtomatik siniflendirmək və obyektiv diaqnostik göstəricilər əldə etmək mümkündür. Süni intellekt əsaslı analizlər EEQ siqnallarının böyük həcmdə məlumatını emal edə və fərqli psixi pozğunluqlar arasında incə fərqləri müəyyən edə bilər. Belə texnologiyalar həkimlərin daha dəqiq diaqnoz qoymasına və müalicənin fərdiləşdirməsinə kömək edir.

EEQ əsaslı diaqnostikanın klinik praktikada tətbiqi bir sıra mühüm üstünlüklər təqdim edir. İlk növbədə, bu metod tamamilə qeyri-invazivdir, yəni xəstəyə heç bir fiziki müdaxilə tələb olunmur. İkinci üstünlük ondan ibarətdir ki, EEQ ölçmələri real vaxt rejimində aparılır və nəticələr dərhal analiz edilə bilər. Bu isə həkimlərə xəstənin beyin fəaliyyəti haqqında operativ və obyektiv məlumatlar əldə etməyə imkan yaradır. Üçüncü əsas üstünlük isə EEQ-nin psixi pozğunluqların erkən mərhələdə aşkarlanmasına şərait yaratmasıdır.

EEQ-nin istifadəsi yalnız diaqnostika ilə məhdudlaşmır, eyni zamanda müalicə prosesinin effektivliyinin qiymətləndirilməsinə də imkan verir. Müxtəlif psixoterapevtik və farmakoloji müalicələrin beyin fəaliyyətinə təsiri EEQ vasitəsilə izlənilə bilər. Məsələn, depressiya əleyhinə dərmanların və ya psixoterapiyanın xəstənin beyin dalğalarında hansı dəyişikliklər yaratdığını izləmək mümkündür. Bu yanaşma fərdiləşdirilmiş müalicə metodlarının inkişafına töhfə verir və xəstəyə ən uyğun müalicə proqramının seçilməsinə kömək edir.

Gələcək perspektivlər baxımından EEQ əsaslı psixi sağlamlıq diaqnostikasının daha geniş yayılması gözlənilir. Süni intellektin daha da inkişaf etdirilməsi və neyrobiotibbi texnologiyaların təkmilləşdirilməsi nəticəsində beyin siqnallarının daha dəqiq və hərtərəfli analizi mümkün olacaqdır. Xüsusilə real vaxt rejimində işləyən ağıllı sistemlər vasitəsilə psixi pozğunluqların diaqnostikası və monitorinqi daha əlçatan və effektiv olacaqdır.

EEQ-nin psixi pozğunluqların aşkarlanması sahəsində tətbiqi, onun əsas üstünlükləri və perspektivləri geniş şəkildə araşdırılacaqdır. Məqalənin məqsədi EEQ texnologiyalarının psixi sağlamlıq sahəsində istifadəsini daha dərindən dəyərləndirmək, psixi pozğunluqların

diaqnostikasında obyektiv yanaşmaların inkişafına töhfə vermək və bu sahədə gələcək tədqiqat istiqamətlərini müəyyən etməkdir.

Nəticə

Elektroensefalografiya (EEQ) beyin fəaliyyətini qeyri-invaziv şəkildə ölçən və psixi pozğunluqların diaqnostikasında istifadə olunan vacib bir vasitədir. Son illərdə EEQ siqnallarının analizi, psixi pozğunluqların erkən mərhələdə aşkar edilməsinə imkan verərək, klassik subyektiv diaqnostik metodlarla müqayisədə daha dəqiq və obyektiv nəticələr təmin edir. EEQ dalğalarının təhlili, xüsusən depressiya, şizofreniya, bipolyar pozuntu və DÇHS kimi xəstəliklərdə beyindəki spesifik dəyişiklikləri aşkar etməyə kömək edir. Süni intellekt və maşın öyrənmə metodlarının tətbiqi ilə EEQ siqnallarının təhlili daha sürətli və dəqiq olur, bu da psixi pozğunluqların avtomatik diaqnostikasına imkan yaradır. Gələcəkdə, bu texnologiyaların inkişafı ilə psixi sağlamlıq diaqnostikasında yeni dövr başlayacaq və fərdi müalicə metodlarının tətbiqi genişlənəcəkdir. EEQ, psixi pozğunluqların obyektiv və erkən diaqnozunda mühüm rol oynayaraq, müalicə proseslərini daha effektiv və fərdiləşdirilmiş şəkildə izləməyə kömək edir.

Ədəbiyyat

1.2012 – Brain Oscillations in Neuropsychiatric Disease – E.Başar. pg: 299-319.
2.J.James, C. Demanuele - Distinguishing between neural responses to task-positive and task-negative conditions in ADHD using single-trial event-related potentials. – 2012.
3.G.Sanacora, H.Krystal – Neuroimaging, Neurophysiological Biomarkers for Mood Disorders – 2013. pg: 215-222.
4.A. Chambers - Signal EEG Processing – 2017
5.Principles and Practice: Brain-Computer Interfaces – Wolpaw Jonathan, 2012
6.С. Кузьмин - Анализ методов исследования мозга человека в расширенном диапазоне частот – 2017, С: 42

Methods of detection of mental disorders using electroencephalography signals

Amalya Hasanova1, Abdulla Salimov2

1,2 Azerbaijan State Oil and Industry University, Faculty of Chemical Technology, Baku, Azerbaijan
1 Docent, PhD in Biology, amali.hesenova@gmail.com
2 Master student, abdullaselimov02@gmail.com

ABSTRACT

Electroencephalography (EEG) is an important diagnostic tool that measures brain activity in a non-invasive way and is widely used in neurological and psychiatric research. In recent years, the analysis of EEG signals has led to revolutionary changes in the detection and diagnosis of mental disorders. Various mental disorders cause specific changes in the electrical activity of the brain, and these changes can be recorded using EEG. Classical psychiatric diagnostic methods are mainly based on subjective clinical observations and psychological tests. This can sometimes lead to inaccurate and delayed diagnosis. EEG analysis is a method used to objectively evaluate brain waves and allows for the early detection of mental disorders. EEG waves have different frequency ranges, and changes in the activity of these waves occur in different types of mental disorders. For example, in patients with depression, asymmetry of alpha waves is observed in the frontal lobe,

which indicates changes in the patient's emotional state and cognitive function. In patients with schizophrenia, an abnormal increase in theta waves and a decrease in gamma activity are noteworthy. In bipolar disorder, high beta waves are observed during manic episodes, and low alpha waves are observed during depressive phases. In attention deficit hyperactivity disorder (ADHD), an increase in the theta/beta ratio is considered one of the main neurophysiological indicators.

Various signal processing methods are used to analyze EEG signals. These methods ensure the separation of signals into different components and the detection of their specific properties. Methods such as Fourier transform and wavelet transform are used to analyze brain waves in terms of frequency and time distribution. Spectral power analysis helps to detect traces of certain pathologies by measuring the strength of the signal in different ranges. Thanks to these methods, neurophysiological biomarkers of mental disorders are identified and used as an objective diagnostic tool.

In recent years, the application of artificial intelligence and machine learning methods has increased the accuracy of EEG analysis. Automatic processing and classification of EEG signals has become possible through algorithms such as artificial neural networks, deep learning, and support vector machines (SVM). These technologies allow for faster, more accurate and more objective detection of mental disorders. For example, neural networks created for the automatic detection of schizophrenia and depression can identify differences between sick and healthy individuals with high accuracy.

The application of EEG-based diagnostic methods offers significant advantages in the field of mental health. First, this method allows for analysis based on objective data, unlike subjective diagnostic approaches. Second, EEG makes it possible to detect diseases at an early stage, which increases the effectiveness of treatment. Third, as a result of the integration of artificial intelligence and machine learning technologies, automatic diagnosis and monitoring of mental disorders can be implemented, which simplifies the work of doctors in clinical practice and ensures that patients receive an accurate diagnosis more quickly.

In terms of future prospects, a number of new technologies are expected to be introduced in the field of EEG-based mental health diagnostics. As a result of further development of artificial intelligence and improvement of biomedical sensor technologies, real-time monitoring of mental health status will be possible. In addition, research into the development of personalized mental health diagnostics and treatment methods opens the way to wider areas of application of EEG analysis.

In general, the analysis of EEG signals occupies an important place in the objective diagnosis of mental disorders, and the application of modern technologies creates new opportunities in this area. Thanks to all these studies and innovative methods, EEG-based mental health diagnostics will become more widespread in the near future and will be the beginning of a new era in psychiatry.

Keywords: Mental disorders, diagnosis, signal processing, EEG, brain activity, neural mechanisms, connectivity analysis, personalized treatment.

Методы выявления психических рассттройств по сигналам электроэнцфалографии
Амалия Гасанова1, Абдулла Салимов2

1,2Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, факультет химико-технологий, Баку, Азербайджан
1Доцент, кандидат биологических наук, amali.hesenova@gmail.com
2 Магистрант, abdullaselimov02@gmail.com

РЕЗЮМЕ
Электроэнцефалография (ЭЭГ) — важный диагностический инструмент, который неинвазивно измеряет активность мозга и широко используется в неврологических и психиатрических исследованиях. В последние годы анализ сигналов ЭЭГ привел к революционным изменениям в выявлении и диагностике психических расстройств. Различные психические расстройства вызывают специфические изменения электрической активности мозга, и эти изменения можно зарегистрировать с помощью ЭЭГ. Классические методы психиатрической диагностики основываются главным образом на субъективных клинических наблюдениях и психологических тестах. Иногда это может привести к неточной и запоздалой диагностике. Анализ ЭЭГ — это метод объективной оценки мозговых волн, позволяющий выявлять психические расстройства на ранней стадии.
Волны ЭЭГ имеют различные диапазоны частот, и изменения активности этих волн происходят при различных типах психических расстройств. Например, у больных депрессией наблюдается асимметрия альфа-волн в лобной доле, что свидетельствует об изменениях эмоционального состояния и когнитивных функций пациента. У больных шизофренией отмечается аномальное увеличение тета-волн и снижение гамма-активности. При биполярном расстройстве высокие бета-волны наблюдаются во время маниакальных эпизодов, тогда как низкие альфа-волны наблюдаются во время депрессивных фаз. Увеличение соотношения тета/бета считается одним из основных нейрофизиологических показателей синдрома дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ).
Для анализа сигналов ЭЭГ применяются различные методы обработки сигналов. Эти методы позволяют разделять сигналы на различные компоненты и выявлять их специфические особенности. Мозговые волны анализируются с точки зрения распределения частоты и времени с использованием таких методов, как преобразование Фурье и вейвлет-преобразование. Спектральный анализ мощности помогает обнаружить следы определенных патологий путем измерения силы сигнала в различных диапазонах. Благодаря этим методам выявляются нейрофизиологические биомаркеры психических расстройств и используются в качестве объективного диагностического инструмента.
В последние годы применение методов искусственного интеллекта и машинного обучения повысило точность анализа ЭЭГ. Автоматическая обработка и классификация сигналов ЭЭГ стали возможны благодаря таким алгоритмам, как искусственные нейронные сети, глубокое обучение и машины опорных векторов (SVM). Эти технологии позволяют выявлять психические расстройства более быстро, точно и объективно. Например, нейронные сети, созданные для автоматического выявления шизофрении и депрессии, могут с высокой точностью выявлять различия между больными и здоровыми людьми.
Применение методов диагностики на основе ЭЭГ дает значительные преимущества в области психического здоровья. Во-первых, этот метод позволяет проводить анализ на основе объективных данных, в отличие от субъективных диагностических подходов. Во-

вторых, ЭЭГ позволяет выявлять заболевания на ранней стадии, что повышает эффективность лечения. В-третьих, интеграция технологий искусственного интеллекта и машинного обучения может обеспечить автоматическую диагностику и мониторинг психических расстройств, что упрощает работу врачей в клинической практике и гарантирует пациентам более быструю постановку точного диагноза.
Что касается будущих перспектив, то ожидается внедрение ряда новых технологий в области диагностики психического здоровья на основе ЭЭГ. В результате дальнейшего развития искусственного интеллекта и совершенствования технологий биомедицинских сенсоров станет возможным мониторинг состояния психического здоровья в режиме реального времени. Кроме того, исследования в области разработки персонализированных методов диагностики и лечения психического здоровья открывают путь к более широкому применению анализа ЭЭГ.
В целом анализ сигналов ЭЭГ играет важную роль в объективной диагностике психических расстройств, а применение современных технологий открывает новые возможности в этой области. Благодаря всем этим исследованиям и инновационным методам диагностика психического здоровья на основе ЭЭГ в ближайшем будущем получит более широкое распространение и ознаменует начало новой эры в психиатрии.

Ключевые слова: Психические расстройства, диагностика, обработка сигналов, ЭЭГ, активность мозга, нейронные механизмы, анализ связей, индивидуальное лечение.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1577

AZƏRBAYCAN ÇAYLARINDA EKOLOJİ AXIMIN QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

Rəşail İsmayılov[1], Ağabəy İbrahimli [2]

[1,2] Azərbaycan Dövlət Su Ehtiyyatları Agentliyi, Su və Meliorasiya Elmi Tədqiqat İnstitutu PHŞ
[1,2,"]Hidroloji Tədqiqatlar" şöbəsi

[1]Şöbə müdiri, coğrafiya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent, rashail.ismayilov@gmail.com
[2]Aparıcı elmi işçi, ibrahimliagabey@gmail.com

XÜLASƏ

Təbiətdə su ehtiyatları artmayır və yalnız suyun dövranı nəticəsində bir formadan digər formaya çevrilir. Bu səbəbdən su ehtiyatlarının və onunla bağlı ekosistemin qorunması üçün bir sıra yanaşmaların tətbiqi vacibdir. Bu yanaşmalardan biri çaylarda ekoloji axımın təmin olunmasıdır. Məqalə Azərbaycannın böyük çaylarının Tennant metodu ilə ekoloji axımının qiymətləndirilməsinə və su resurslarının dayanıqlı idarəsi üçün həll yollarının müəyyən edilməsinə həsr olunmuşdur. Əsas məqsəd çay ekosistemlərinin sağlamlığını qoruyaraq insan fəaliyyətləri ilə təbii su axını arasında tarazlıq yaratmaqdır. Bu baxımdan Azərbaycan çaylarında ekoloji axımın tətqiqatı aparılmışdır. Dünyada çaylarda ekoloji axımın hesablanması üçün bir ço metodlar vardır. Ancaq bu metodların çoxu yerli şəraitə əsasən inkişaf etdirilmişdir. Bunları nəzərə alaraq Azərbaycan şəraitinə və iqtisadi əhəmiyyətinə görə ekoloji axımın hesablanması üçün Tennat metodundan istifadə olunmuşdur. Tədqiqat zamanı 28 çayın hidroloji məlumatları əsasında hesablamalar aparılmışdır. Hesablamalar nəticəsində çayların ekoloji axımları təyin edilmişdir. Azərbaycan çaylarının ekoloji tarazlığının bərpası və inteqrasiyalı su idarəetməsi üçün çoxsəviyyəli yanaşma zəruridir. Bu, həm ekosistemlərin qorunması, həm də inteqrasiyalı inkişafın davamlı olması üçün vacibdir. Dövlətin ekoloji siyasəti ətraf mühit prinsiplər əsasında formalaşdırılması və beynəlxalq təcrübələrdən istifadə prioritet olmalıdır.

Açar sözlər: *ekoloji axım, biomüxtəliflik, qlobal iqlim dəyişmələria. tennat metodu, dayanıqlı idarə*

GİRİŞ

Yer kürəsində canlı aləmin var olmasında əsas faktorlardan biri sudur. Xüsusi ilə də şirin su burda əsas faktordur. Yer kürəsində içməli və suvarma məqsədi üçün su istifadəsində çay suları birinci yerdədir. Lakin su ehtiyatlarından səmərəsiz istifadə əsas su mənbələri olan çayların ekoloji vəziyyətinə mənfi təsir edir, çay ekosistemlərində gedən maddə və enerji dövranını mənfiyə tərəf dəyişir. Problemlərin yaranmasının əsas faktorlar şirin su mənbələrindən, əsasən də çaylardan müxtəlif istifadə ehtiyacları üçün götürülən suyun miqdarı dəqiq hesablanmır və həddən artıq su götürülməsi nəticəsində çay ekosistemlərinin tarazlığı pozulur. İnsanın çay hövzələrindəki təsərrüfat fəaliyyəti ilk növbədə çay ekosisteminin abiotik xüsusiyyətlərinə təsir edir, onun su, temperatur və radiasiya rejimini, gətirmələr sərfini və məcra proseslərini dəyişdirir.

Çay hövzəsində antropogen təsərrüfat fəaliyyətinin artması çayın təbii axımında kəmiyyət və keyfiyyət göstəricilərinin pozulmasına səbəb olur. Çay ekosistemi daxilində canlı

orqanizmlərin yaşayış şəraitinin pisləşməsi müşahidə olunur ki, bu da çayın təsərrüfat əhəmiyyətinin azalması ilə nəticələnir.

Tədqiqat işinin məqsədi Azərbaycan çaylarının ekoloji axımının kəmiyyətinin hesablanması və nəticələrə uyğun təkliflərin edilməsidir.

Qlobal şirin su təchizatı əhali artımı, dəyişən həyat tərzi, torpaqdan istifadə və torpaq örtüyündə dəyişikliklər və çaylarda sonsuz artan stressə səbəb olan iqlim dəyişikliyi səbəbindən davamlı olaraq problemlə üzləşmişdir.[4] Şirin suya olan tələbatı ödəmək üçün təbii çay axımı rejimləri nöqtəvi və sahəvi yayılan dəyişikliklər yaranır. Çay ekosistemlərinin təklif etdiyi faydaların itirilməsinin qarşısını almaq üçün çay ekosistemlərinin suyun inkişafı və idarə edilməsindən necə təsirləndiyini anlamaq vacibdir.

Məqalədə Azərbaycan çaylarının ekoloji axımının vəziyyəti tədqiq olunmuş və bunun əsasında nəticə və təkliflər hazırlanmışdır.

Məqsəd

Problemin aktuallığı və əlaqəli tədqiqatlar

Ekoloji axım su mənbəyindən asılı olaraq qidanı, çay mənsəbini və şirin su ekosistemini dəstəkləmək üçün tələb olunan axımdır. Ekoloji axım ehtiyacı ekosistemin saxlanması üçün lazım olan suyun miqdarı başa düşmək olar. Baxmayaraq ki, bu gün çaylarda ekoloji axımı qorumaq əsas məqsəddir, lakin diqqət yetirilməli olan əsas məsələ ətraf mühit axımının miqdarının kifayət qədər saxlanılıb-saxlanmamasıdır.[3]

Çayların ekoloji axımının (ekoloji su axını) hesablanması, çay ekosistemlərinin sağlamlığını və davamlılığını təmin etmək üçün əsas tələbdir. Bu, insan fəaliyyətlərinin (çaylardan istefadə edilərək suvarma, hidroelektrik stansiyalar, sənayedə su istifadəsi və s.) təbii su axınlarına təsirini balanslaşdırmaq üçün vacibdir. Aşağıda ekoloji axımın hesablanmasının aktuallığı və əhəmiyyəti ilə bağlı əsas məqamlar verilmişdir.

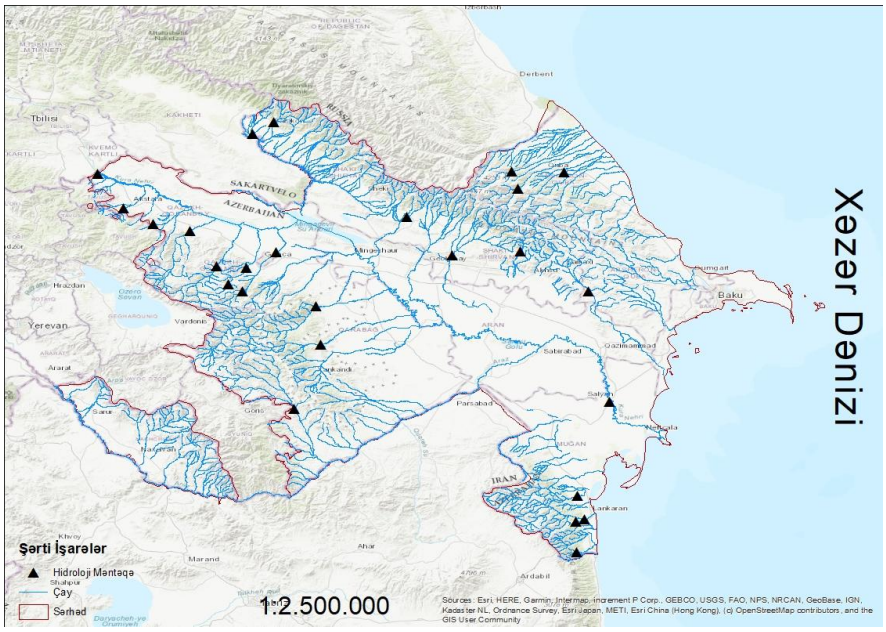
1. Ekoloji Tələbatlar
   - Biomüxtəlifliyin qorunması: Balıqlar, su bitkiləri, quşlar və digər su canlıları üçün yaşayış mühitinin saxlanması.
   - Su ekosistemlərinin davamlılığı: Çayın özünütəmizləmə qabiliyyəti, oksigen səviyyəsi və sediment daşınması kimi proseslərin davam etdirilməsi.
   - Qlobal iqlim dəyişikliyi: Quraqlıq və su ehtiyatlarının azalması fonunda ekoloji axımın təyin edilməsi daha kritik hala gəlir.
2. İnsan Fəaliyyətlərinin Təsiri
   - Suvarma və suvarma sistemləri: Suyun həddindən artıq çəkilməsi çayların qurumasına səbəb olur (məsələn, Aral gölü faciəsi).
   - Suelektrik stansiyalar (SES): Suyun axınının kəsilməsi ekoloji tarazlığı pozur.
   - Şəhərləşmə və sənaye: Çirklənmiş suyun çaylara buraxılması ekoloji axımın keyfiyyətini azaldır.

Məqsəd: Azərbaycanda çay ekosistemlərinin sağlamlığını qoruyaraq insan fəaliyyətləri ilə təbii su rejimi arasında tarazlıq yaratmaq yollarının təhlili.

Metodlar

Çaylarda ekoloji axımın əhatəli vəziyyətdə tədqiqinə və öyrənilməsinə keçən əsrin 40-cı illərində ABŞ-da başlanılmışdır. Burada ekoloji axımı qiymətləndirmək üçün ilk metod 1969-cu ildə Robinson tərəfindən işlənib hazırlanmışdır (Robinson, 1969). Bu metod balıqçılıq məqsədləri

üçün nəzərdə tutulan Konnektikut metodudur. Ümumiyyətlə, ABŞ-da işlənən ilkin metodlar haqqında geniş informasiya Bayla tərəfindən verilmişdir. Tennant (Montana) metodu kimi məşhur olan başqa bir metod Tennant (Montana) tərəfindən işlənib və başlıca olaraq balıqçılıq və digər canlıların həyat mühitini təmin etmək məqsədi daşıyır (Tennant, 1975). Bu metod 1976-cı ildə Donald Tennant tərəfindən inkişaf etdirilib və əsasən çayın illik orta axımının (Q_a) müəyyən faizlərinin ekoloji tələblərə uyğun olub-olmadığını qiymətləndirmək üçün tətbiq olunur. Bu metod ən çox istifadə olunan metoddur və dünyanın 25 ölkəsində istifadə olunur. Başqa geniş istifadə olunan metod İnkremental (IFIM) metoddur ki, əsasən rekreasiya ehtiyacları üçün işlənib hazırlanmışdır.[6]



Şəkil 1. Azərbaycanın çay şəbəkəsi.

Son iki onillikdə ekoloji axımlarla bağlı ölkədə çoxlu məqalələr dərc edilmişdir. Lakin hövzə və regional miqyaslı ekoloji axımlarla və transsərhəd ekoloji axımlarla bağlı məsələlər məhduddur.

Ekoloji axımın hesablama texnologiyası müşahidə məlumatlarının həcmindən, başqa sözlə, müşahidə sırasının uzunluğundan asılıdır. Hesablamalar iki müxtəlif hal üçün yerinə yetirilir:

1.Müşahidə məlumatları kifayət qədər olduqda;
2.Müşahidə məlumatları olmadıqda.

Dünyanın dünyanın inkişak etmiş ölkələrində Montana metodundan istifadə edərək ekoloji axımı hesablayırlar. Azərbaycanın çaylarının ekoloji axımını hesablayarkən Montana metodunun Tennat üsulundan istifadə edilmişdir. Tennat üsulu əsasən balıqçılıq təsərrüfatlarının yaradılması nəzərdə tutulan çaylarda istifadə olunur. Ancaq buna baxmayaraq iqtisadi sahədə istifadə olunmasına baxmayaraq Tennat üsulu çaylarda canlı aləmin yaşaması üçün lazım olan su miqdarını təyin etdiyi üçün istifadəsi məqsədə uyğundur.

Cədvəl 1. Tennant üsulu ilə ekoloji axımın qiymətləndirilməsi.

N	Çayın ekoloji vəziyyəti	Axımın təklif olunan qiymətləri, % Oktyabr-Mart	Axımın təklif olunan qiymətləri, % Aprel-Sentyabr
1	Maksimum	200%	200%
2	Optimal	60-100%	60-100%
3	Çox əla	40%	60%
4	Əla	30%	50%
5	Yaxşı	20%	40%
6	Kafi	10%	30%
7	Pis və ya minimum	10%	10%
8	Kəskin deqradasiya	<10%	<10%

Cədvəl 1-də Montana metoduna əsaslanan Tennant üsulu ilə ekoloji axımı qiymətləndirilməsi verilmişdir.

Tennant üsulu ilə çaylarda ekoloji axımın hesablanarkən hövzədən götürülən suya nisbətən hövzədə saxlanılan suyun ekoloji vəziyyətini qiymətləndiyməyə kömək edir. Metodda ekoloji axım bir neçə mərhələnin ardıcıl aparılması nəticəsində hesablanır. Bu mərhələlər aşağıdakı kimidir;

Cədvəl 2. Tennant metodunda orta illik su sərhinin iki fazası.

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12
Orta aylıq su sərfi. m^3/san	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

1. Hər bir ay üçün orta çoxillik su sərfi hesablanır.

Düstur: *OİA*=İllik axım cəmi/İllərin sayı

2. Çayın su rejimi iki bərabər fazaya bölünür. Birinci faza oktyabr-mart aylarını, ikinci faza aprel-sentyabr aylarını əhatə edir.
3. Hər bir faza üçün orta aylıq su sərfinə əsasən orta çox illik su sərfi hesablanır.
4. Hər bir faza üçün çoxillik su sərfinin 200, 100, 60, 50, 40, 30, 20 və 10 %-i hesablanır.

Yuxarıdakı ardıcıllığa əsasən hesablanan su sərfinin 10, 20, 30, və 40 %-i ilə faktiki dövürdəki çayın su sərfi müqayisə olunaraq ekoloji axımı qiymətləndirmə aparılır.

Ölkədə artan iqtisadi istehsalat və əhali şirin su tələbatını artırir. Bunun nəticəsində şirin su hövzələri olan çaylara müdaxilələr artır. Yeni iqtisadi rayonlarda istehsalatın artması səbəbindən su istehlakının artması və iqlim dəyişmələri fonunda çayların su sərfinin azaması ölkə çaylarında ekoloji axımın hesablanmasını labüd edir. Bu səbəbdən yeni iqtisadi rayonlarda sənaye və su təchizatı üçün vacib olan çayların lazım olan ekoloji axımların hesablamaları aparılmışdır.

Cədvəl 3. Metodun xüsusiyyətləri

Üstünlükləri	Məhdudiyyətləri
Sadə və sürətli tətbiq	Yerli şərait nəzərə alınmır
Minimal məlumat tələb edir	Yalnız hidroloji göstəricilər əsaslıdır
Sənaye və kənd təsərrüfatı ilə balanslaşdırmağa imkan verir	İqlim dəyişikliyi faktorunu nəzərə almır

Müşahidə məlumatları olmadıqda axımın müxtəlif xarakteristikalarının qiymətləndirilməsi zamanı regional xüsusiyyətlərdən və regionun əvvəlcədən hazırlanmış axım xəritələrindən istifadə etmək olar. Ölkənin hər bir çayında stasionar müşahidə məntəqəsinin yaradılması mümkün olmadığından müşahidə məlumatları olmayan məntəqələr üçün ekoloji axımın hesablanması alternativ yollarla həyata keçirilməlidir. Belə alternativ metodlar başlıca olaraq çay hövzənin coğrafi xüsusiyyətlərinin kəmiyyət göstəriciləri ilə ekoloji axım arasında əlaqələrə əsaslanır. Məsələn, A.M.Vladimirov sutoplayıcının sahəsi ilə minimal axım arasında əlaqənin olduğunu göstərir. Kiçik Qafqaz çaylarının mənsəbləri üçün ekoloji axımı qiymətləndirərkən bu əlaqədən istifadə olunmuşdur.

Tədqiqat

Su ehtiyatlarından nizamsız istifadə çayların ekoloji vəziyyətinə ciddi mənfi təsir edir və çay ekosistemində gedən maddələr və enerji mübadiləsində proseslərin gedisinə təsir edir.. Çay hövzələrində insanların apardığı təsərrüfat fəaliyyətləri ilk növbədə çay ekosisteminin abiotik xüsusiyyətlərinə təsir edərək onun su, termik, radiasiya rejimini, gətirmələr sərfini və məcra proseslərini dəyişdirir. Çayların hidroloji rejimində baş verən dəyişikliklər son nəticədə ekosistemin biotik xüsusiyyətlərinə təsir göstərir. Bu baxımından Azərbaycanda çay ekosistemlərinin qorunması üçün çaylarda ekoloji axımın hesablanması vacibdir.

Azərbaycanda böyük çayların ekoloji axımının hesablanması su resurslarının qorunması və davamlı istifadəsi üçün mühüm bir məsələdir. Ekoloji axım, çayların ekosisteminin sağ qalması və su ekosistemlərinin funksiyalarını yerinə yetirməsi üçün lazım olan minimum su miqdarıdır. Bu hesablamalar, su ehtiyatlarının optimal şəkildə idarə olunması üçün əhəmiyyətlidir.

Cədvəl 4. Böyük çayların Tennat metodunun kafi vəziyyəti üçün illik ekoloji axımı

Çay/Məntəqə	**Çayın ekoloji vəziyyəti**	**Tennatın təklif etdiyi qiymət**	**Ekoloji axım**		**Çayın ekoloji vəziyyəti**	**Tennatın təklif etdiyi qiymət**	**Ekoloji axım**	
			m^3/san	**mln.m^3**			**m^3/san**	**mln.m^3**
		Oktyabr-Mart				**Aprel-Sentyabr**		
Kür Qıraqkəsəmən	Kafi	10%	18,0	566,6	Kafi	30%	107,4	3383,3
Kür Salyan	Kafi	10%	44,6	1405,7	Kafi	30%	146,7	4620,1
Araz Qaradonlu	Kafi	10%	4.11	129.6	Kafi	30%	23.1	729.0
Qudyalçay Qrız	Kafi	10%	0,4	12,6	Kafi	30%	3,15	99,16
Qusarçay Quzun	Kafi	10%	0,21	6,49	Kafi	30%	2,13	67,08
Vəlvələçay Təngaltım	Kafi	10%	0,24	7,61	Kafi	30%	1,7	53,65
Qaraçay Rük	Kafi	10%	0,19	5,86	Kafi	30%	1,02	32,27
Pirsaatçay Poladlı	Kafi	10%	0,3	8,3	Kafi	30%	1,4	44,2
Balakənçay Balakən	Kafi	10%	0,32	9,95	Kafi	30%	1,78	56,05
Damarçıq çayı mənsəb	Kafi	10%	0,12	3,66	Kafi	30%	0,6	18,97
Qaynar çayı mənsəb	Kafi	10%	0,03	0,86	Kafi	30%	0,18	5,56
Girdman Qaranohur	Kafi	10%	0,36	11,41	Kafi	30%	2,15	67,84
Göyçay Göyçay	Kafi	10%	1,01	31,73	Kafi	30%	4,52	142,38
Əlincəçay Qayabaşı	Kafi	10%	0,48	14,99	Kafi	30%	1,76	55,53
Zəyəmçay Ağbaşlar	Kafi	10%	0,29	9,14	Kafi	30%	2,24	70,62
Tovuzçay Berd	Kafi	10%	0,03	0,9	Kafi	30%	0,29	9,05
Şəmkirçay Qalakənd	Kafi	10%	0,13	4,2	Kafi	30%	1,09	34,2
Gəncəçay Gədəmiş	Kafi	10	0,1	2,8	Kafi	30	0,76	23,85

Qoşqarçay Sərkər	Kafi	10%	0,11	3,6	Kafi	30%	0,64	20,23
Dəstəfurçay Qaraqullar	Kafi	10	0,04	1,2	Kafi	30	0,25	7,75
Gəncəçay Alaxançallı	Kafi	10	0,1	2,9	Kafi	30	0,61	19,22
Ağstafaçay Barxudarlı	Kafi	10	0,5	14,4	Kafi	30	3,86	121,59
Tərtər Suqovuşan	Kafi	10%	0,95	29,97	Kafi	30%	8	251,99
Həkəriçay Laçın	Kafi	10%	0,65	20,32	Kafi	30%	4,48	141,12
Axıncaçay Ağdam	Kafi	10%	0,001	0,04	Kafi	30%	0,01	0,37
Lənkərançay Lənkəran	Kafi	10%	1,5	47,4	Kafi	30%	2,39	75,25
İstisuçay Alaşa	Kafi	10%	0,19	5,97	Kafi	30%	0,28	8,74
Vəşərü Daştatük	Kafi	10%	0,38	12,03	Kafi	30%	0,7	22,08
Boladıçay Dıryan	Kafi	10%	0,2	6,6	Kafi	30%	0,2	7,2

Cədvəl 4-də ölkə ərazisindən axan böyük çayların kafi vəziyyət üçün lazım olan ekoloji axımı hesablanmışdır.

Təhlil

Cədvəl 4-də 27 çayın ekoloji axımın kafi qiyməti üçün lazım olan su sərfi verilmişdir. 27 çayın ekoloji axımın xüsiyyətləri və yeni iqtisadi rayonlar əsasında qruplaşdırılaraq çaylar 6 sinifə ayrılmışdır.

Cədvəl 4-də Kür çayının Qıraq Kəsəmən hidroloji məntəqənin məlumatları əsasında ekoloji axımın faizləri verilmişdir. Qıraq Kəsəmən məntəqəsinin birinci faza dövür üçün ekoloji axımın kafi vəziyyəti üçün 44,6 m^3/san və ya 1404,9 mln.m^3 su çay hövzəsində saxlanılmalıdır. İkinci faza dövür üçün isə 107,4 m^3/san və ya 3383,3 mln.m^3 su çay hövzəsində saxlanılmalıdır. Birinci və ikinci faza dövürlərə əsasən illik ekoloji axım üçün 4511,1 mln.m^3 su sərfi lazımdır.

Cədvəl 4-ün əsasında Kür çayının Salyan məntəqəsinin hidroloji məlumatları əsasında ekoloji axımın faizləri hesablanmışdır. Salyan məntəqəsinin birinci faza dövür üçün ekoloji axımın kafi vəziyyəti üçün 44,6 m^3/san və ya 566,6 mln.m^3 su çay hövzəsində saxlanılmalıdır. İkinci faza dövür üçün isə 146,7 m^3/san və ya 4620,1 mln.m^3 su çay hövzəsində saxlanılmalıdır.

Cədvə 4-də Kür çayının ən böyük qolu olan Araz çayının iki faza üzrə ekoloji axımının kafi vəziyyətlərü üçün qiymətlər verilmişdir.

Cədvəl 4-də Xəzərə birbaşa axan çayların kafi ekoloji axım qiymətlərinə fikir versək ən böyük axım Lənkaran çayın Lənkaran məntəqəsində qeydə alınmışdır. İkinci ən böyük ekoloji axım Qudyalçayda Qrız məntəqəsində qeydə alınmışdır.

Kiçik Qafqaz hövzəsi çayların ekoloji axımına baxsaq iki yarımtipə ayırmaq olar. Birinci yarımtipə Kiçik Qafqazın şimal-şərq hissəsindən axan çaylar aiddir. İkinci yarımtipə Kiçik Qafqazın şərq və cənub-şərq hissəsindən axan çaylar aiddir. Birinci yarımtipdə ən böyük ekoloji axımın kafi vəziyyəti üçün Ağıstafaçay Barxudarlı məntəqəsində hesablanmışdır. Bu məntəqədə illik 136 mln.m^3 su sərfinə ehtiyac duyulur. İkinci yarımtipdə ən böyük ekoloji axıma Tərtər çayın Suqovuşan məntəqəsində ehtiyac duyulur. Burda illik 281,16 mln.m^3 su sərfinə ehtiyac duyulur.

Cədvəl 4-ə əsasən Lənkaran zonası çaylarının iki faza üzrə ekoloji axım üçün lazım olan su sərfinin miqdarında böyük fərq yoxdur. İllik ən böyük ekoloji axım Lənkarançayın Lənkaran məntəqəsində ehtiyac var. Məntəqədə ekoloji axımın kafi qiyməti üçün illik 122.65 mln.m^3 su sərfi lazımdır.

Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacından axan çayların ekoloji axımının kafi vəziyyəti görə birinci və ikinci faza dövürləri üçün su sərfinin miqdarında fərqlər var. Buna əsas səbəb ərazinin iqlim şəraiti və çayların qidalanma rejimidir. Qudyalçay Qrız məntəqəsində birinci faza dövür

üçün ekoloji axım üçün 12,6 mln.m³ su sərfi lazım olduğu halda ikinci faza dövür üçün isə 99,16 mln.m³ su sərfinə ehtiyac duyulur.

Cədvəl 4-də Abçeron çaylarından təsərrüfat əhəmiyyətini nəzərə alaraq Pirsaat çayının ekoloji axımı hesablanmışdır. Bölgənin çayları qidalanması və axımın formalaşdığı əraz səbəbindən yay aylarında axar su mənsəb hissəsinə şatmayaraq quruyur. Bunun yaranmasında digər səbəblərdən biri çay məcrasında istifadə üçün suyun normadan çox götürülməsidir. Pirsaat çayının Poladlı məntəqəsində illik ekoloji axımın kafi vəziyyəti üçün 52,5 mln.m³ su sərfinə ehtiyac var.

Nəticə

Yuxarıda qeyd olunanlar yanaşı çaylarda ekoloji axıma təsir edən digər faktor qlobal iqlim dəyişmələridir. İqlim dəyişmələri fonunda orta tempuratorun artması, yağıntıların qeyri-bərabər paylanması və s faktorlar çaylarda ekoloji axıma ciddi təsir edir. Qlobal iqlim dəyişmələrinin artmasını nəzərə alaraq şayların ekoloji axımına təsirini ciddi tədqiq etmək lazımdır.

Ölkə ərazisi çaylarının iqlim dəyişmələrinə həssas olduğunu nəzərə alaraq ekoloji axımın təmin olunması problemli məsələdir. Səbəb olaraq əhalinin su istehlakının artması və su ehtiyatlarının azalması çaylardan su götürmələrin faiz və miqdar baxımından artmasına səbəb olur. Bu da çaylarda ekoloji axımın risk altına alır.

Yuxarıda sadalananlar nəzərə alınaraq çay hövzələrində ekolji axımı təmin etmək üçün təkliflər aşağıdakı kimi ola bilər. Təklif olunan tədbirlər ekoloji axımın qorunması və bərpası ilə bağlı olmalıdır

1. Su mənbələrindən sugötürmələrə lisenziyalar verilməli və onlara nəzarət edilməlidir
2. Daha faydalı olması üçün hidroloji və qeyri-hidroloji tədbirlər birgə istifadə olunmalıdır.

Su mənbələrindən sugötürmələrin idarə olunması, tənzimlənməsi hidroloji tədbirlərə aiddir. Çayın axımında baş verən dəyişikliyin ekoloji rejimə təsiri və bu təsirin əhəmiyyətliliyi yoxlanılır. Çaylarda ekoloji axımı qoruyub-saxlamaq üçün kiçik miqdarda su götürməklə lazımdır və ya çayda ekoloji vəziyyət pisdirsə ümumiyyətlə sugötürmək məqsədəuyğun deyil.

Azərbaycan çaylarının ekoloji axımının qiymətləndirilməsi, su təhlükəsizliyinin təmin edilməsi və ekosistemlərin davamlılığı üçün prioritetdir. Tədqiqat göstərir ki, inteqrasiya edilmiş su idarəetməsi (ekoloji, sosial və iqtisadi amillərin nəzərə alınması) və qlobal standartlara uyğunluq zəruridir. Bu istiqamətdə dövlət proqramlarının və beynəlxalq layihələrin rolu xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Ədəbiyyat

1. Abduyev M.A. Azərbaycanın dağ çaylarında orqanik maddələrin axımının çoxillik dəyişməsi. Azərbaycan Coğrafiya Cəmiyyətinin əsərləri. XIV cild, Bakı, 2009, 325-328 səh.
2. Abduyev M.A. Azərbaycan dağ çaylarının hidrokimyəvi xüsusiyyətlərinin tədqiqi və su ilə təminatın ekoloji təhlükəsizliyinin qiymətləndirilməsi. Coğrafiya elmləri doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim edilən dissertasiya. Bakı, 2013, 157 səh.
3. İmanov F.Ə., İsmayılov R.A., Nuriyev A.A. Çayların bərpası və ekoloji axımı Bakı, "Ecoprint" , 2019. 96 səh.
4. İmanov F.Ə., Ələkbərov A.B. Azərbaycanın su ehtiyatlarının müasir dəyişməsi və inteqrasiyalı idarə edilməsi. – Bakı: Mütərcim, 2017. – 352 səh.
5. İmanov F.Ə., Məmmədov Ə.Ş. Azərbaycanın su təhlükəsizliyinin təmin olunmasının mümkün yolları. Azərbaycan Coğrafiya Cəmiyyətinin əsərləri. XV cild, Bakı, 2010, s. 201-205.
6. İsmayılov R.A. Azərbaycan çaylarının ekoloji təhlükəsizliyinin qiymətləndirilməsi (Xəzər dənizinə

birbaşa axan çayların timsalında). Bakı, 2021, 272 səh.
7. Mahmudov R.N. Müasir iqlim dəyişmələri və təhlükəli hidrometeoroloji hadisələr. Bakı, 2018, 232 səh.

Assessment of ecological flow of rivers in Azerbaijan

Rashail Ismayilov[1], Aghabay Ibrahimli[2]

[1,2] Azerbaijan State Water Resources Agency, Scientific Research Institute of Water and Melioration PHS
[1,2] "Hydrological Research" Department
[1] Head of Department, Doctor of Philosophy in Geography, Associate Professor, rashail.ismayilov@gmail.com
[2] Leading Researcher, ibrahimliagabey@gmail.com

ABSTRACT

In nature, water resources do not increase, but only transform from one form to another as a result of the water cycle. For this reason, it is important to implement a number of approaches to protect water resources and the associated ecosystem. One of such approaches is to ensure the environmental flow of rivers. The article is devoted to the assessment of the environmental flow of large rivers in Azerbaijan using the Tennant method and identifying solutions for sustainable water management. The main goal is to create a balance between human activities and natural water flow, while maintaining the health of river ecosystems. In this regard, a study of the environmental flow of the rivers of Azerbaijan was conducted. There are many methods for calculating the environmental flow of rivers around the world. However, many of these methods were developed taking into account local conditions. Taking this into account, the Tennant method was used to calculate the environmental flow, taking into account the conditions and economic importance of Azerbaijan. During the study, calculations were made on the basis of hydrological data for 28 rivers. As a result of the calculations, the environmental flows of the rivers were determined. A multi-level approach is needed to restore the ecological balance of Azerbaijan's rivers and to manage water resources in an integrated manner. This is important both for the protection of ecosystems and for the sustainability of integrated development. The state's environmental policy should be based on environmental principles, and the use of international experience should be a priority.

Keywords*: ecological flow, biodiversity, global climate change. tennant method, sustainable management*

Оценка экологического потока в реках Азербайджана

Рашайл Исмаилов[1], Агобей Ибрагимли[2]

[1],[2] Агентство водных ресурсов Азербайджанской Республики, Научно-исследовательский институт водных ресурсов и мелиорации, Баку
[1],[2] Отдел гидрологических исследований
[1] Руководитель отдела, кандидат географических наук, доцент, rashail.ismayilov@gmail.com
[2] Ведущий научный сотрудник, ibrahimliagabey@gmail.com

АННОТАЦИЯ

В природе водные ресурсы не увеличиваются, а только преобразуются из одной формы в другую в результате водного цикла. Поэтому для охраны водных ресурсов и связанной с ними экосистемы необходимо применение ряда подходов. Одним из таких подходов является обеспечение экологического потока в реках. Статья посвящена оценке экологического потока крупных рек Азербайджана с использованием метода Теннанта и выявлению решений для устойчивого управления водными ресурсами. Основная цель — создать баланс между естественным водным потоком и деятельностью человека, сохраняя здоровье речных экосистем. В этом контексте было проведено исследование экологического потока рек Азербайджана. В мире существует множество методов расчета экологического потока в реках, однако большинство из них разработаны с учетом местных условий. С учетом этих факторов, для расчета экологического потока в Азербайджане, с учетом его специфики и экономического значения, был использован метод Теннанта. В ходе исследования были проведены расчеты на основе гидрологических данных 28 рек. В результате расчетов были определены экологические потоки рек. Для восстановления экологического баланса рек Азербайджана и интегрированного управления водными ресурсами необходим многослойный подход. Это важно как для охраны экосистем, так и для обеспечения устойчивого интегрированного развития. Экологическая политика государства должна формироваться на основе принципов охраны окружающей среды и использования международного опыта.

Ключевые слова: экологический сток, биологическое разнообразие, глобальное изменение климата, метод Теннанта, устойчивое управление.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1586

INCREASING RAW MATERIAL RESOURCES IN THE THERMAL PYROLYSİS PROCESS

G.Ch. Dadayeva[1] , Q.G. Aliyev[2]

[1,2,]Azerbaijan State Oil and Industry University
[1] Associate professor of the department of "Petrochemical technology and industrial ecology", Azerbaijan State University of Oil and Industry, Baku, Azerbaijan Republic.
[2]Master of the department "Petrochemical technology and industrial ecology", Azerbaijan State University of Oil and Industry, Baku, Azerbaijan Republic.
[1,2,3,] Address: Republic of Azerbaijan, Baku, AZ1010, Azadliq 20.
[1]Email: dadayeva751@mail.ru

ABSTRACT

In the research conducted to increase the raw material supply for the thermal pyrolysis, the process was studied using a mixture of hydrogenated C_9 fraction added to straight-run gasoline in ratios of 70.0:30.0% and 95.0:5.0%. During the process, temperatures of 820°C and 830°C were employed, with hydrogen added at a level of 0.01–0.04:1% by mass relative to the feedstock, a water vapor-to-feedstock ratio of 0.5:1%, and a contact time of τ = 0.45 s. Under the optimal conditions obtained, an increase in the yield of ethylene—the target product of the process—by 3.04% by mass was observed at 820°C, which corresponds to 27.1% by mass.

Keywords: *thermal pyrolysis, water vapor, hydrogenation, hydrogen, ethane, ethylene, propane, butane.*

INTRODUCTION

For many years, ethylene has maintained its significance as a key intermediate product in the global and domestic oil and gas chemical industries. The primary important product derived from ethylene is polyethylene. Today, global polyethylene production has reached approximately 100 million tons per year. Despite this large production volume, the demand for polyethylene continues to grow.

It is well known that the most promising method for ethylene production is the pyrolysis of hydrocarbon raw materials. The thermal pyrolysis process of hydrocarbon feedstock has undergone long-term development in the petroleum refining industry. Continuous research has been conducted to enhance process efficiency and maximize the yield of the target product. As a result, different pyrolysis methods and furnace designs have been proposed by researchers [1,2].

The studies aimed at intensifying the thermal pyrolysis process focus on expanding the raw material base, reducing the relative consumption of feedstock, creating a more cost-effective and energy-efficient modified thermal pyrolysis process, and utilizing heavier petroleum products as raw materials.

Various hydrocarbon feedstocks are used in pyrolysis processes, including both gaseous and liquid hydrocarbons. The primary production of lower olefins—ethylene and propylene—is carried out through the thermal pyrolysis of hydrocarbon feedstocks such as ethane, gasoline, and gas oil fractions in tubular furnaces with steam [3].

During the industrial-scale thermal pyrolysis of hydrocarbon feedstocks in tubular furnaces with steam, significant temperature regime variations have been observed. The contact time has decreased from 0.5–1 seconds to 0.05–0.3 seconds, while the temperature has increased from 780–850°C to 850–950°C [4,5].

A comprehensive study of the technological parameters of the pyrolysis process has shown that steam-assisted pyrolysis in tubular furnaces remains the most widespread and the only industrial-scale process [1,2, 8-10]. Improving the profitability of this process and moderating the temperature regime remain pressing challenges for specialists, prompting continuous scientific research.

Table 1 presents the yields of various components obtained from the thermal pyrolysis of different feedstocks.

Table 1. Physical and chemical properties of straight-run gasoline and hydrogenated C_9 fraction

Indicators	* Regulatory Requirement	Straight-run gasoline	Hydrogenated C_9 fraction obtained from pyrolysis
Appearance	Colorless transparent liquid	Colorless transparent liquid	Colorless transparent liquid
Density at 20°C, g/m³	0.701-0.716	0.709	0.879
Molecular weight	-	97	117
Fractional composition, ^{0}C:			
I.b.p.	46	43	56
10%	67	64	88
50%	106-110	97	166
90%	167	138	179
F.b.p.	171-180	167	188
Faktiki qatran, mq/100sm³	0.5-2.1	yoxdur	2.6
Sulfur content,% mass.	0.1	0.06	0.02
Moisture content,% mass.	yoxdur	yoxdur	yoxdur

*-TY-0251-009-05766801-93. “straight-run gasoline”

Despite various studies on different methods for obtaining low-molecular-weight unsaturated hydrocarbons (olefins), such as oxidative pyrolysis, pyrolysis on a solid carrier, pyrolysis with a high-temperature gaseous heat carrier flow, pyrolysis on a metal alloy, and other techniques, none of these methods have found industrial application. The main reason for this is the complexity of the constructive solution of unit process and the difficulties in subsequent technical maintenance [6]. For this reason, intensifying the thermal pyrolysis process has always been considered, and research has been conducted to achieve new optimal variants.

Objective of the Study

The purpose of the research conducted in the direction of improving the technological parameters of the thermal pyrolysis process and increasing the yield of target products was to expand the raw material base, reduce raw material consumption, and develop a new modified thermal pyrolysis process that is more cost-effective in terms of material and energy efficiency. The study focused on increasing the intensity of the process by using a mixture of straight-run gasoline obtained from the atmospheric distillation of mixed crude oils at the Baku Oil Refinery and a hydrogenated C_9 fraction obtained from the pyrolysis process as feedstock. In this regard,

research was conducted to study the effects of a hydrogen environment on the process, aiming to explore new methods of pyrolysis.

Research Methods

The following methods were used to determine the physical and chemical properties of raw materials and products: Density determination – ГОСТ 8.599-2010; Fractional composition determination – ГОСТ 2177-99; Actual resin content determination – ГОСТ 1567-97 (ISO 6246-95) ;Sulfur content determination – ГОСТ ISO 20846-2012; Hydrocarbon composition of raw materials and products – chromatographic analysis using the "Net Chrom" method.

Experimental Section

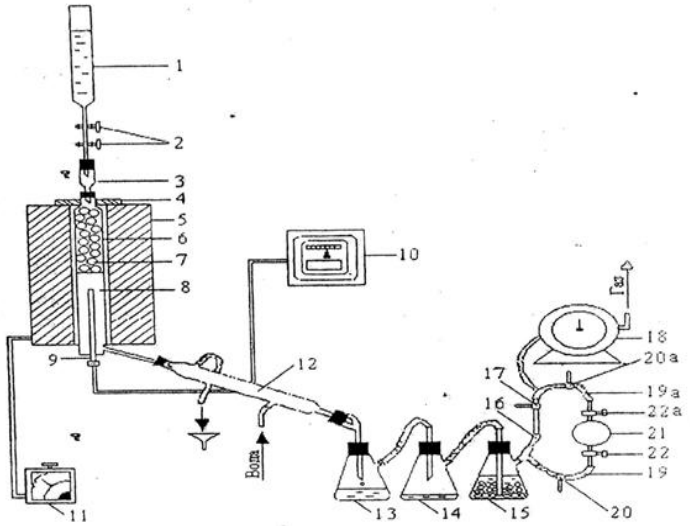
For conducting the research, the initial raw materials used were a mixture of straight-run gasoline fraction obtained during the atmospheric distillation of mixed crude oils at the Baku Oil Refinery and a hydrogenated C_9 fraction obtained from the pyrolysis process. These fractions were mixed in proportions of 70.0:30.0 and 95.0:5.0%. Initially, the physical and chemical properties and hydrocarbon composition of the straight-run gasoline and hydrogenated C_9 fraction were analyzed and presented in Tables 1 and 2.

Table 2. Hydrocarbon composition of straight-run gasoline and hydrogenated C_9 fraction in the pyrolysis process

Hydrocarbons	Straight-run gasoline	Hydrogenated C_9 fraction
Paraffin hydrocarbons	30.10	1.12
Isoparaffin hydrocarbons	34.80	3.54
Naphthene hydrocarbons	28.70	25.20
Aromatic hydrocarbons	6.20	64.88
Unsaturated hydrocarbons	0.20	5.26
Total	100.00	100.00

Laboratory equipment

`During the research, it was considered to replace part of the steam with hydrogen.



Scheme 1. Scheme of the laboratory installation of the process catalytic pyrolysis

1-raw burette; 2-taps; 3-allonge; 4-lining; 5-electric oven; 6-reactor; 7-nozzles; 8-reaction zone; 9-thermocouple; 10-potentiometer; 11-thermostat; 12-refrigerator; 13-receiving flask; 14-flask intermediate; 15-absorber; 16-outlet of the gas meter; 17-clamp medium; 18-gas meter; 19-gas inlet bypass; 19a-gas outlet bypass; 20-terminal clamp; 21-gas pycnometer; 22,22a -pycnometer tap

The research results of the pyrolysis process conducted with the participation of hydrogen using a mixture of straight-run gasoline and hydrogenated C_9-pyrolysis fraction at mass ratios of 70.0:30.0% and 95.0:5.0% are presented in Tables 3 and 4.

Table 3. The yield of products obtained from the hydrogen pyrolysis of the straight-run gasoline and hydrogenated C_9-pyrolysis fraction mixture in a 70.0:30.0 ratio (here, the steam-to-feed ratio is 0.5:1%, contact time τ=0.45s).

Temperature, ^{0}C	**820**			**830**		
The ratio of hydrogen to feedstock, % by weight.	0:1	0,02:1	0,04:1	0:1	0,02:1	0,04:1
Mixture of straight-run gasoline and hydrogenated C_9 fraction	70,0:30,0					
Hydrogen	0,86	1,8	2,52	0,98	1,76	2,4
Methane	11,3	14,4	15,43	13,12	15,64	16,87
Ethane	2,45	3,75	3,94	2,41	3,87	4,01
Ethylene	20,09	22,9	24,95	22,54	25,7	27,5
Acetylene	0,21	0,47	0,53	0,25	0,46	0,61
Propane	0,37	0,33	0,28	0,31	0,24	0,22
Propylene	12,6	12,1	11,3	11,52	11	10,15
MA-allen	0,21	0,53	0,58	0,39	0,45	0,53
∑ Butane	0,46	0,38	0,19	0,33	0,17	0,09
∑ Butylene	5,29	4,28	3,21	4,49	4,05	3,2
Divinyl	4,09	3,32	3	4,19	3,21	2,79
∑ C_5	5,79	4,85	4,21	4,67	3,81	3,44
∑ C_6-C_8	5,99	4,53	3,96	4,16	2,91	2,46
Benzene	7,32	9,45	10,95	8,02	10,54	12,08
Toluene	3,9	4,15	4,31	4,03	4,28	4,39
∑ Xylene	1,69	1,7	1,47	1,71	1,35	1,21
Ethylbenzene	0,54	0,29	0,33	0,47	0,2	0,17
Styrene	1,8	1,76	1,68	1,98	1,38	1,07
∑ C_9 non-aromatic	0,78	0,24	0,19	0,33	0,22	0,12
∑ C_9 aromatic	2,06	0,88	0,63	1,15	0,51	0,19
Heavy pyrolysis tar	11,8	7,61	6,14	12,56	7,95	6,29
Coke	0,4	0,28	0,2	0,39	0,3	0,21

At 820°C, the ethylene yield in the 70.0:30.0% mass ratio mixture increased from 20.09% to 24.95%, while the propylene yield decreased from 12.60% to 11.30%, and coke formation reduced from 0.40% to 0.20%.

At 830°C, the ethylene yield further increased from 22.54% to 27.50%, the propylene yield decreased from 11.52% to 10.15%, and coke formation reduced from 0.39% to 0.21%.

Table 4. Yield of products obtained from the hydrogen pyrolysis of the mixture of straight-run gasoline and hydrogenated C_9-pyrolysis fraction in a 95.0:5.0% ratio (with steam to feed ratio of 0.5:1%, contact time τ=0.45s)

Temperature, ^{0}C	**820**			**830**		
Ratio of hydrogen to feedstock, % by weight.	**0:1**	**0,02:1**	**0,04:1**	**0:1**	**0,02:1**	**0,04:1**
Mixture of straight-run gasoline and hydrogenated C_9 fraction	95,0:5,0%					
Hydrogen	0,97	1,76	2,78	1	1,98	2,89
Methane	11,07	13,58	15,16	13,12	15,34	16,65
Ethane	2,88	3,81	4,02	3,12	4,04	4,24
Ethylene	24.00	25,99	27,1	24,95	27,99	29.00
Acetylene	0,25	0,32	0,39	0,33	0,42	0,45
Propane	0,33	0,38	0,44	0,32	0,36	0,38
Propylene	15	14,7	13	13,45	13,1	12,7
MA-allen	0,45	0,53	0,58	0,5	0,53	0,59
∑ Butane	0,68	0,54	0,35	0,48	0,39	0,55
∑ Butylene	6,28	5,3	4,88	4,45	3,81	3,41
Divinyl	4,56	4,28	4,07	4,36	3,79	3,49
∑ C_5	7,09	5,64	5,08	6,27	4,39	3,23
∑ C_6-C_8	8,21	6,01	4,89	6,74	4,84	4,05
Benzene	6,28	7,98	8,98	7,39	9,32	10,24
Toluene	2,84	3,08	3,05	3,06	3,04	3,09
∑ Xylene	1,08	0,95	0,87	1,13	0,88	0,61
Ethylbenzene	0,44	0,38	0,3	0,37	0,23	0,17
Styrene	1,05	0,95	0,85	1,28	1,03	0,86
∑ C_9 non-aromatic	0,56	0,2	0,14	0,54	0,26	0,11
∑ C_9 aromatic	0,54	0,19	0,08	0,89	0,25	0,02
Heavy pyrolysis tar	5,19	3,26	2,89	5,93	3,85	3,15
Coke	0,25	0,17	0,1	0,32	0,16	0,12

Table 3 illustrates that, at 820°C, the ethylene yield in the mixture with a 70.0:30.0% mass ratio increased from 20.09% by mass to 24.95% by mass, while the propylene yield decreased from 12.60% by mass to 11.30% by mass, and coke formation reduced from 0.40% by mass to 0.20% by mass. At 830°C, the ethylene yield increased from 22.54% by mass to 27.50% by mass, the propylene yield decreased from 11.52% by mass to 10.15% by mass, and coke formation reduced from 0.39% by mass to 0.21% by mass.

Looking at Table 4, at 820°C, the ethylene yield in the mixture with a 95.0:5.0% mass ratio increased from 24.00% by mass to 27.10% by mass, while the propylene yield decreased from 15.00% by mass to 13.00% by mass, and the coke content reduced from 0.25% by mass to 0.10% by mass. At 830°C, the ethylene yield increased from 24.95% by mass to 29.00% by mass, the propylene yield decreased from 13.45% by mass to 12.70% by mass, and coke formation reduced from 0.32% by mass to 0.12% by mass.

From this, it can be concluded that increasing the temperature and the proportion of the C_9 fraction in the feedstock mixture leads to an increase in the yield of the target product, ethylene, from 2.81% by mass to 3.10% by mass.

Conclusion

The research has shown that various raw materials, including heavy oil products, can be used in the hydro-pyrolysis process. The process exhibits a high conversion rate. Based on the results, during the pyrolysis of the mixture of straight-run gasoline and hydrogenated C_9-pyrolysis fraction in a 70.0:30.0% mass ratio, the ethylene yield increases by 1.80% with an increase in temperature. However, during the pyrolysis of the 95.0:5.0% mass ratio raw material mixture, the ethylene yield increases by 4.05% by mass. At the same time, this increase occurs when the hydrogen-to-feed ratio is 0.04:1.

Of course, an undesirable aspect of the process is the additional hydrogen waste and the increase in the yield of gaseous pyrolysis products. This negatively affects the characteristics of the pyro-gas produced by the process. However, by maintaining the hydrogen pressure within the range of 2.0-2.5 MPa, this undesired factor can be eliminated.

When hydrogen is applied to the thermal pyrolysis process, the acceleration of hydrocarbon decomposition even under pressure, and the prevention of the formation of heavy raw materials, have been observed [7]. The hydrogen-to-carbon ratio in the raw material, even at its lowest level, influences the reaction. The application of hydrogen in thermal pyrolysis leads to hydrogenation, dehydroalkylation and hydrocracking reactions.

It has been determined that, in hydrocracking reactions, it is possible to control the process temperature by varying the contact time and pressure in an exothermic environment.

REFERENCES:

1. Dadaeva G.Ch., Yusif-zade A.A., Mamedxanova S.A. Catalytik Pyrolysis on Azerbayjan zeolits, – theoretical and Applied Science. – Philadelphia USA, Vol.82-2020, №2-p.48-54
2. Chichkan A.S., Chesnokov V.V. Method of catalytic decomposition of light hydrocarbons on a Ni-Cu-Fe/Al2O3 catalyst to create a technology for the utilization of associated petroleum gases - Kinetics and catalysis - 2015 - v. 56 - No. 3 - p. 377-381.
3. Allen K. F., Heinekey D.M., Goldman A.S., Goldberg K.I. Alkane dehydrogenation by C-H activation at iridium (III) – Organometallicks – 2013 – V.37 - № 6 – p.1579 – 1582.
4. Andreev V.S. Promising ways to improve the process of thermal pyrolysis // NefteGazokhimiya. 2023. No. 3-4. pp. 59-65..
5. K arpov A.B., Zhagfarov F.G., Kozlov A.M. Improving the energy efficiency of the pyrolysis process by reducing coking. *Territoriya «NEFTEGAZ»* [The territory of Oil and gas], 2015, no.11. pp. 100–104. (in Russian).
6. Meshcherin I.V., Zhagfarov F.G., Lapidus A.L., Karpov A.B., Vasilenko V.YU. Petrochemical – the key to the development of the Arctic. *Neftegazokhimiya* [Oil and gas chemical], 2015, no. 2. pp. 16–20. (in Russian).
7. Solodova N.L., Abdullin A.I. Pyrolysis of hydrocarbon raw materials. // Kazan, KSTU, 2007. - 239 p.
8. Агамалиев З.З., Аббасов В.М., Расулов Ч.К., Назаров И.Г., Рзаева Н.Ш., Нагиева М.В. Синтез пространственно-затрудненных метилциклоалкилфенолов и некоторые особенности реакции аминометилирования их аминоэтилнонилимидазолином. // Журнал «Химия и химическая технология». 2019, том 62, №2, с.17-24
9. Irada I. Alekperova, Zaur Z. Aghamaliyev, Firuza M. Veliyeva, Chingiz K. Rasulov. Optimization of phenol cycloalkylation process with cyclohexene in the presence of catalyst KU-23 // Processes of Petrochemistry and Oil Refining (PPOR), 2019, Vol. 20, No. 4, pp. 424-432.
10. Ağamalıyev Z.Z. Piroliz prosesinin C_4-fraksiyasının dimerləşmə məhsulları əsasında alınmış p-alkilfenolun aminoetilnonilimidazolinlə qarşılıqlı təsir reaksiyaları. // Naxçıvan Dövlət Universiteti. Elmi əsərlər. Təbiət və tibb elmləri seriyası, Naxçıvan, 2018, №7 (96), s.145-150.

Termal piroliz prosesində xammal ehtiyatlarının artırılması

G.Ç. Dadayeva[1], Q.Q. Əliyev[2]
[1],[2]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
[1] "Neftkimya texnologiyası və sənaye ekoloji" kafedrasının dosenti, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan Respublikası
[2] "Neftkimya texnologiyası və sənaye ekoloji" kafedrasının magistri, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan Respublikası
[1],[2],[3] Ünvan: Azərbaycan Respublikası, Bakı, AZ1010, Azadlıq 20
[1]Email: dadayeva751@mail.ru

XÜLASƏ

Termal piroliz üçün xammal təchizatının artırılması məqsədilə aparılmış tədqiqatda hidrogenləşdirilmiş C9 fraksiyasının düz distillat benzinə 70.0:30.0% və 95.0:5.0% nisbətlərində əlavə olunması ilə alınan qarışıq istifadə edilmişdir. Proses zamanı 820°C və 830°C temperatur diapazonunda işlənmiş, xammala görə 0.01–0.04:1% kütlə nisbətində hidrogen, 0.5:1% su buxarı-xammal nisbəti və τ = 0.45 s kontakt müddəti tətbiq edilmişdir. Əldə olunmuş optimal şəraitdə hədəf məhsul olan etilenin çıxışında 820°C temperaturda 3.04% kütlə artımı müşahidə olunmuş, bu da 27.1% kütləyə uyğun gəlmişdir.

Açar sözlər: *termal piroliz, su buxarı, hidrogenləşmə, hidrogen, etan, etilen, propan, butan.*

Повышение сырьевых ресурсов в процессе термического пиролиза

Г.Ч. Дадаева[1], К.Г. Алиев[2]
[1],[2]Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
[1] Доцент кафедры "Технология нефтехимии и промышленная экология", Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджанская Республика
[2] Магистр кафедры "Технология нефтехимии и промышленная экология", Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджанская Республика
[1],[2],[3] Адрес: Азербайджанская Республика, Баку, AZ1010, Азадлыг 20
[1]Email: dadayeva751@mail.ru

РЕЗЮМЕ

В исследовании, проведённом с целью увеличения сырьевой базы для термического пиролиза, процесс изучался с использованием смеси гидрогенизированной С9 фракции и прямогонного бензина в соотношениях 70.0:30.0% и 95.0:5.0%. В ходе процесса применялись температуры 820°C и 830°C, с добавлением водорода в количестве 0.01–0.04:1% по массе от сырья, отношение водяного пара к сырью составляло 0.5:1%, а время контакта τ = 0.45 с. При оптимальных условиях наблюдалось увеличение выхода этилена — целевого продукта процесса — на 3.04% по массе при температуре 820°C, что соответствует 27.1% по массе.

Ключевые слова: *термический пиролиз, водяной пар, гидрогенизация, водород, этан, этилен, пропан, бутан.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1593

CURRENT STATE OF WATER BODIES IN AZERBAIJAN AND THEIR PROTECTION

Ayralova Tamara[2], Rzayeva Vusala[1]
[1,2]Azerbaijan State Oil and İndustrial University PHŞ
[2]tamara.ayralova@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-2261-236
[1]vusaler264@gmail.com , https://orcid.org/0000-0003-4352-099X

ABSTRACT

The article is devoted to the grouping and brief classification of natural and artificial water bodies located on the territory of Azerbaijan, in order to organize their protection. Brief and systematized information is given on the main characteristics of rivers, lakes and reservoirs that are part of the group of surface watercourses and point water bodies, as well as on water resources. Systematized information can make it possible to take appropriate measures to organize the protection of water bodies, prepare regulatory documents and more efficient and economical use of water resources.

Keywords*: water bodies, rivers, lakes, water storage, protection.*

INTRODUCTION

As a result of global climate change, a gradual decrease in the country's water resources has been observed in recent years. On the other hand, the growth of economic activity, interference in water resources, possible terrorist acts and sabotage leave issues of protection, preservation of water bodies and more efficient and economical use of available water resources on the agenda. Azerbaijan is one of the countries with the least water resources. In dry years, the reserves of river water and the reservoirs they feed on decrease by about 30-50%, and in some cases even more. This creates a certain tension in the country's water management. In this regard, the grouping, classification of water bodies and systematization of information on their main characteristics are of great practical importance, since the obtained information allows organizing the protection of water bodies, developing standards and using water resources effectively and economically.

Water bodies consist of watercourses and streams located and formed in a certain natural and geographical zone and divided into two parts: natural and artificial reservoirs. Natural water bodies: rivers, lakes, seas, oceans, springs, springs, groundwater basins, etc.

Natural water bodies on the globe are distributed in such a way that in order to understand the true nature and meaning of this distribution, it is necessary to conduct long-term and comprehensive scientific research. Therefore, interventions in these natural water bodies should be based only on deep scientific grounds.

Artificial water bodies include reservoirs, artificial lakes, canals, aqueducts, reservoirs, pools, collectors, drains, various types of reservoirs, canals, artesian and subartesian wells. All water bodies are divided into three groups by shape and size, flowing and stagnant [4]:

Flat water bodies;

1. Linear water bodies;

2. Point water bodies.

Flat water bodies include lakes, seas, oceans, reservoirs, basins, water storage facilities, hydroelectric complexes and underground water bodies.

Linear water bodies include rivers, shipping and irrigation canals, reservoirs, collectors, drains, canals and water pipes.

Point water bodies include basins, reservoirs, artesian and subartesian wells and springs.

In general, water bodies are complex and specialized, including agriculture (irrigation), water supply (drinking and domestic), forestry, industry, construction and energy, transport (sea transportation and freight transportation), health resorts and health improvement, tourism, recreation and sports, are used for fishing, hunting, military-strategic purposes, discharge and reception of wastewater (sewage, collector-drainage, etc.), fire protection and other purposes. Therefore, serious approaches to the use and protection of water bodies, the development of special protective norms and standards are necessary. All water bodies (both natural and artificial), regardless of their shape and size, design and purpose, are protected from pollution (heavy metals, radioactive substances, toxic and various chemical compounds, pollution), silt accumulation and leaching (streams) and are protected from collapse, as well as from depletion of water resources. The protection of natural water bodies also includes the protection and restoration of their ecological balance. The agro-industrial complex occupies one of the leading places in the country's economy after the oil sector, and rivers play an exceptional role in ensuring its development due to water resources within natural reservoirs and reservoirs within artificial reservoirs. Thus, 90% of the water used in all sectors of the economy is river water, and the rest is groundwater. It is interesting that all river water and partly atmospheric precipitation are collected in reservoirs and used. Therefore, due to their strategic and economic importance, reservoirs occupy a special place among artificial reservoirs.

Since reservoirs are built in river beds and on the sea, they are divided into two types: channel and sea. As a rule, reservoirs are used for complex purposes, and their functions include the following aspects:

1. Regulation of river flow;
2. Electricity production;
3. Providing irrigation water for agriculture and forestry;
4. Providing fresh water for industry, cities, towns and other populated areas, pastures and farms;
5. Development of fisheries;
6. Providing sea transportation and cargo transportation;
7. Development of water sports and tourism;
8. Expansion of health resort and recreational areas and creation of new ones;
9. Development of hunting, etc.

The hydrography of Azerbaijan has been studied by a number of authors in different years. The rivers of the Republic are divided into four groups according to their geographical location and characteristics:

1. Rivers of the Kura basin. These include the right and left tributaries of the Kura, as well as the rivers of the Araks basin;
2. The northeastern rivers of the Greater Caucasus;
3. The rivers of the Talysh Mountains;
4. The rivers of the Absheron-Gobustan region [2, 5, 7].

It should be noted that the Araks River basin includes the rivers flowing in Nakhichevan and on the territory of Azerbaijan to the confluence of the Araks and the Kura. The total number of large and small rivers in Nakhichevan reaches 400. All the rivers flowing through the country flow into the Caspian Sea. Therefore, these rivers are considered to be part of the Caspian Sea basin and are divided into three groups [7]:

1. Rivers belonging to the Kura River basin (Kura, right and left tributaries of the Kura River);

2. Rivers belonging to the Araks River basin (the Araks River and its tributaries);

3. Rivers flowing directly into the Caspian Sea.

The total number of rivers flowing in the territory of the Republic of Azerbaijan is 8,359 [7]. The length of 8,188 rivers is less than 25 km, 107 rivers are 26–50 km long,

40 rivers are 51–100 km long, 22 rivers are 101–500 km long and 2 rivers are more than 500 km long. The length of 7,900 rivers is less than 10 km, most of them dry up in the summer months. The length of 24 rivers is more than 100 km, and they operate all year round.

Table 1. Distribution of rivers by basins by their length

Grouping of rivers by their length, km	Количество			
	Kura pool	Araz pool	Rivers flowing into the Caspian Sea	Total
Smallest < 25	3884	1133	3171	8188
Small 26-60	45	32	30	107
Medium 51-100	23	7	10	40
Large 101-500	11	4	7	22
Larger > 500	1	1	—	2
Total	3964	1177	3218	8359

The density of river networks varies depending on the region. The highest density is observed in the Lankaran zone (0.84 km / km2), the lowest - in the Absheron-Gobustan zone (0.20 km / km2). The total length of the country's rivers is 33,665 km, the average density is 0.39 km / km2.

The largest river in Azerbaijan is the Kura River. Its total length is 1,515 km, and 900 km are on the territory of Azerbaijan. This is the only navigable river in the republic. The catchment area is approximately twice the area of Azerbaijan and is 18.8 thousand km2.

The Kura River originates at an altitude of 2768 m above sea level, on the north-eastern slope of the Turkish mountain Gizilidik, and flows into the Caspian Sea, 28 m below the level of the Baltic Sea. The average long-term discharge of the Kura River in the Sabirabad district, at its confluence with the Aras River, is 504 m3/s. 71.9 m3/s flows into the Kura River through its right tributaries and 121 m3/s through its left tributaries within Azerbaijan. Before its confluence with the Aras River, the local discharge of the Kura River was 193 m3/s. In this part, about 62% of the Kura flow is formed in neighboring countries.

The average annual discharge of the Kura River at its confluence with the Caspian Sea is 908 m3/s, of which 670 m3/s or 74% is formed outside the country. In 1968, the Kura River recorded a maximum discharge of 2,670 m3/s. During years of severe drought, the river recorded a minimum discharge of 158 m3/s. In recent years, the flow of the Kura River has significantly

decreased and has reached the point of ecological crisis. The Araks River is the second largest river in Azerbaijan and the largest tributary of the Kura River. The Araks River originates on the northern slope of the Bingold Mountain Range in Turkey at an altitude of 3001 m above sea level. Its length is 1072 km, and the area of the reservoir is 102,000 km2. The Araks River is compared to the most muddy rivers in the world - the Nile, the Yellow River and the Amu Darya.

The Araks River flows into the Kura River in the Sabirabad region, and the average long-term flow is 180 m3 / s. The maximum flow of the Araks River in 1969 was 2670 m3 / s. The minimum flow of the river reaches 16 m3 / s [2, 5].

Statistics show that floods are likely on the Kura and Araks rivers, and it is important to take appropriate measures against this natural phenomenon. In recent years, both rivers have been polluted with chemicals and waste, and the level of mineralization of the water has increased.

The third largest river in the republic is the Samur River, which originates outside of Azerbaijan at an altitude of 3,628 m in the mountains of Dagestan, Russia. It enters the northeast of the Gusar region, flows about 40 km along the border with Azerbaijan, and then re-enters the territory of Dagestan. The Samur River is the only river that flows into the Caspian Sea not on the territory of Azerbaijan, but on the territory of Dagestan. As a result, it belongs to the group of rivers flowing directly into the Caspian Sea.

The total length of the Samur River is 216 km, the catchment area is 4.43 thousand km2, the average long-term flow at the Samur-Absheron hydroelectric complex is 75 m3 / s, and 27 m3 / s is formed in the reservoir. territory of Azerbaijan.

The Terter River is the fastest river in the Lesser Caucasus Mountains. It originates from Mount Gelingaya at an altitude of 3120 m above sea level, has a total length of 200 km, a catchment area of 2200 km2, and flows into the Kura River. The average flow rate of the Terter River is 22.9 m3/s. According to hydrometric data, the maximum flow of 647 m3/s was recorded in the Terter River in 1940. In dry years, its flow rate decreases to 5 m3/s.

he Sarsang and Madagiz reservoirs are located on the Terter River, and its flow is regulated through these reservoirs. However, since the reservoirs remain in the occupied territories of Armenia, the river and its surrounding structures are subject to various forms of provocation. For example, explosive ordnance is dumped through the rivers, flood waters are discharged, and sometimes the river water drops to a critical level during the irrigation season. Therefore, more extensive studies on this river require the preparation of appropriate measures. According to experts, the total average annual resource of the river water is 1024 m3 / s, the average annual reserves are 32.3 billion m3 [1, 2, 6]. About 70% or 22 billion m3 of the river water reserves are formed in the territories of neighboring states, and 30% or 10.3 billion m3 is formed within the country. In the wettest years, the total river water reserves are 40.9 billion m3, and in years of excessive drought - 5.68 billion m3 [3].

The instability of high-quality river water resources, the constant risk of flooding in rivers and the possibility of other harmful effects keep the regulation of their flow through reservoirs and the management of flow processes through appropriate hydraulic structures on the agenda.

There are about 800 lakes registered in Azerbaijan [2, 5]. Most of these lakes dry up in the summer. The number of lakes with permanent water is up to 250. However, their capacity and area are very small. The area of 7 lakes is more than 10 km2. The total area of all lakes is 250 km2. The total area of 4 lakes located in the Kura-Araks lowland is 165 km2. According to their location and hydrogeological features, experts divide the lakes into three groups:

1. Lakes of the Kura-Araks lowland;

2. Lakes of the Absheron Peninsula;
3. Mountain lakes.

There are 4 large mountain lakes in the Kura-Araks Lowland, about 150 on the Absheron Peninsula, 20 in the Lesser Caucasus Mountains and about 70 small mountain lakes in the Greater Caucasus Mountains. The number of lakes of economic importance and an area of more than 1 km2 is 25.

Lakes differ in origin and water quality. Lakes are formed as a result of tectonic, landslide, relict, glacial, erosion, eolian, dammed, swamping and other processes. In the territories of Absheron and Gobustan and in the Lesser Caucasus Mountains (Greater and Lesser Alageli), most of them were formed as a result of tectonic processes [2].

Lakes of erosion (river) origin are located in the river valleys of the Kura-Araks Lowland. Such lakes are also called akhmaz. Lakes Sarysu, Aggel, Mehman and Hajigabul are valley lakes. Lakes formed as a result of the rise and fall of the sea are called relict lakes. Some lakes of the Absheron Basin are relict. Most relict lakes are salty. The water of lakes in mountainous areas is usually fresh, while the water of lakes in the foothills and plains is fresh and salty.

The water reserves in the lake are very small and amount to 0.314 billion m3. Most of the water in the lake is salty and unsuitable for water supply.

These lakes, which are an irreplaceable treasure of nature and historical monuments, for one reason or another gradually began to lose their natural balance. The waters of the lake are polluted, waste of various origins is dumped on them, and the surrounding bushes, trees and natural vegetation are degrading. Suffice it to say that the water level of the White Lake, whose salinity was initially 0.3–1.0 g/l, reached 13 g/l. Lake protection is one of the most pressing issues.

Reservoirs. For the first time since the mid-1950s, the Institute of Geography of the National Academy of Sciences of Azerbaijan has been collecting, systematizing and studying data on reservoirs located in Azerbaijan. In 1983, the Azerbaijan Scientific Research Institute of Water Problems of JSC "AzMVAS" conducted a certification of reservoirs. In subsequent periods, information on water bodies, including reservoirs, was collected and updated by various organizations and authors [1].

170 reservoirs have been built and put into operation in Azerbaijan to regulate river flow, more efficiently use water resources, irrigation, energy, tourism, fisheries, industry, water supply, sports and other purposes. The total volume of reservoirs ranges from 20.0 to 22.5 billion m3. The total water capacity of 12 reservoirs is over 100 million m3, the water capacity of 15 reservoirs is 10-100 million m3, the water capacity of 35 reservoirs is 1-10 million m3, and the water capacity of 108 reservoirs is less than 1 million m3. The volume of the remaining small reservoirs is regulated daily [6]. This ensures the sustainable development of the agro-industrial complex. More than half of the reservoirs with a capacity of more than 1 million m3 and almost all reservoirs with a volume of less than 1 million m3 are built outside the canal.

Reservoirs of watercourses and off-canal water bodies are polluted as a result of polluting runoff, turbidity of river water, rain erosion and other impacts, filled with silt, etc. This leads to a decrease in the useful volume and service life of reservoirs, an increase in operating costs, and in some cases - their rapid failure. Therefore, reservoirs must be protected from external interference, pollution, erosion and other impacts.

CONCLUSIONS

1. The total number of rivers flowing in Azerbaijan is 8359. Most of them dry up in the summer months, and only 24 rivers flow all year round. The length of 22 of these rivers ranges from 100 to 500 km. Two rivers are over 500 km long. The resource of all internal rivers is 10 billion m3. Due to this, there is a water balance deficit in the country.

2. Despite the fact that there are about 800 lakes in the country, their total water resources are very small and amount to 0.314 billion m3. The role of lake water in water resource management is very small. At the same time, the quality of water in lakes is deteriorating, and the degree of mineralization is increasing. There is a serious need for their protection.

3. There are 170 large and small reservoirs in Azerbaijan, and their total water reserves are 20.0-22.5 billion m3. As a result of drought and global climate change in recent years, the accumulated reserves in reservoirs have decreased almost by half.

4. Flat, linear and point surface water sources - there is a serious need for the protection and preservation of water bodies. Thus, their ecological style is gradually deteriorating as a result of external intervention.

References

1. Ахмедзаде А. С., Гашимов А. Д. Энциклопедия: Мелиорация и водное хозяйство Азербайджана. Баку: Радиус, 2016. 632 с.
2. Ахмедзаде А. С., Гашимов А. Д. Кадастр мелиоративных и водохозяйственных систем. Баку: Азернешр, 2006. 272 с.
3. Гасанов С. Т., Гюльмамедов Ч., Аббасов В. Н. Водные ресурсы и ресурсы Азербайджана // Сборник научных трудов АзХвеМ ЕИБ. Т. 37. 2018. С. 6-18.
4. Гасанов С. Т., Дуньялов Ш. Д., Гаджимятов К. Н. О классификации и назначении водных объектов // Использование и комплексное управление водными ресурсами в процессе глобализации: Материалы III Международной научно-практической конференции. Баку: Элм, 2006. С. 174-176.
5. Мамедов М. А. Гидрография Азербайджана. Баку: Тимедия, 2012. 254 с.
6. Заманов Х. С. Водный баланс озер и водохранилищ Малого Кавказа. Баку: Элм, 1969. 69 с.
7. Рустамов С., Кашкай З. М. Водные ресурсы Азербайджанской ССР. Баку: Элм, 1989. 181 с.
8. Akhmedzade, A. S., & Gashimov, A. D. (2016). Entsiklopediya: Melioratsiya i vodnoe khozyaistvo Azerbaidzhana. Baku. (in Azerbaijani).

Azərbaycanda su həvzələrinin hazir vəziyyəti və onlarin mühafizəsi

Ayralova Tamara[2] Rzayeva Vüsalə[1]
[1,2]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti PHŞ
[2]tamara.ayralova@gmail.com https://orcid.org/0000-0002-2261-236
[1]vusaler264@gmail.com, https://orcid.org/0000-0003-4352-099X

XÜLASƏ

Məqalə Azərbaycan ərazisində yerləşən təbii və süni su obyektlərinin mühafizəsini təşkil etmək məqsədilə onların qruplaşdırılmasına və qısa təsnifatına həsr edilmişdir. Yerüstü su axarları və məntəqə su obyektləri qrupuna daxil olan çayların, göllərin və su anbarlarının əsas xüsusiyyətləri, habelə su ehtiyatları haqqında qısa və sistemləşdirilmiş məlumat verilir. Sistemləşdirilmiş məlumatlar su obyektlərinin mühafizəsinin təşkili, normativ sənədlərin hazırlanması və su ehtiyatlarından daha səmərəli və qənaətlə istifadə edilməsi üçün müvafiq tədbirlərin görülməsinə imkan verə bilər.

Современное состояние водных объектов в азербайджане и их охрана

Айралова Тамара[2] Рзаева Вусала[1]
[1,2]Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности PHŞ
[2]tamara.ayralova@gmail.com ,https://orcid.org/0000-0002-2261-236
[1]vusaler264@gmail.com, https://orcid.org/0000-0003-4352-099X

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена группировке и краткой классификации естественных и искусственных водных объектов, расположенных на территории Азербайджана, с целью организации их охраны. Приведены краткие и систематизированные сведения об основных характеристиках рек, озер и водохранилищ, входящих в группу поверхностных водотоков и точечных водоемов, а также о водных ресурсах. Систематизированные сведения могут дать возможность принять соответствующие меры по организации охраны водных объектов, подготовить нормативные документы и более эффективному и экономному использованию водных ресурсов.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1600

YAŞIL ENERJI VƏ ONUN İNKIŞAFI PERSPEKTIVLƏRI

Ayralova Tamara[1] , Süleymanov İlkin[2]
[1]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti PHŞ
[2]Bakı Mühəndislik Univesiteti
[1]tamara.ayralova@gmail.com https://orcid.org/0000-0002-2261-236

Xülasə

Bu məqalədə planetin iqlim sisteminə ciddi və səmərəli təsir göstərən və iqtisadi inkişafın vacib şərti olan yaşıl enerjinin inkişafının xüsusiyyətlərini araşdırır.

Bu tədqiqatın əsas məqsədi istixana qazı emissiyalarında dəyişiklikləri təhlil etmək və yaşıl enerjinin inkişaf yollarını müəyyən etməkdir [1]. Yaşıl enerjinin inkişafı bərpa olunan enerji xərclərinin azaldılması, enerji səmərəliliyinin artırılması, davamlı texnoloji tərəqqi, qlobal səviyyədə ölkələr arasında əməkdaşlıq və effektiv milli siyasətlə sıx bağlıdır. Yaxın gələcəkdə artan enerji tələbatını ödəmək üçün cəmiyyətin davamlı inkişafını təmin etməklə yanaşı, əsasını bərpa olunan enerji mənbələri təşkil edəcək hibrid enerji təchizatı modellərindən istifadə etmək lazımdır. Yaşıl enerji istixana qazı emissiyalarını azaltmaqla Yerin ekoloji problemlərini həll etməyə və enerji böhranlarından qaçmağa kömək edəcəkdir. Bərpa olunan enerji mənbələrinin istifadəsi müvafiq texnologiyaların və sistemlərin balanslaşdırılmış qiymətləndirilməsini tələb edir [2].

Açar sözlər: *qlobal istiləşmə, iqlim dəyişikliyi karbonlu yanacaqlar, istixana qazları, bərpa olunan enerji mənbələri, enerji ehtiyatları, yaşıl enerji mənbələri.*

GİRİŞ

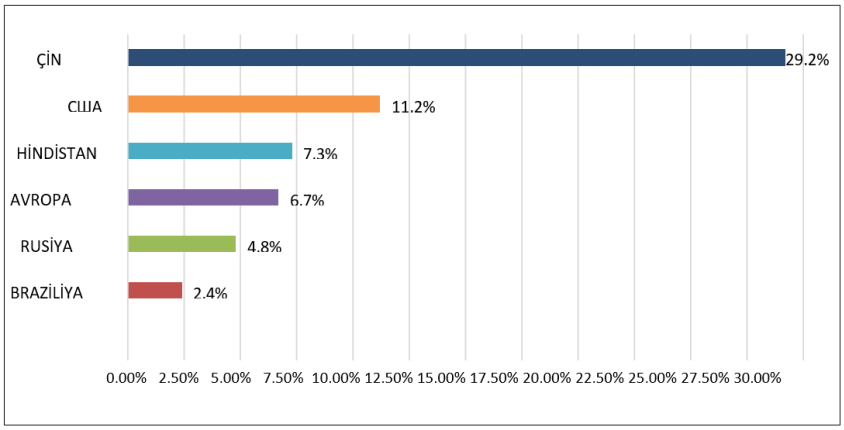
Ötən əsrlərdən bəri və 21-ci əsrin əvvəllərindən etibarən ekoloji problemlərin həlli xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Planetin iqlimi proqnozlaşdırdığından daha sürətlə dəyişir və qlobal istiləşmə üçün əsas həddi bu onillikdə aşmaq olar. İqlim dəyişikliyinin yumşaldılması və uyğunlaşması geniş davamlı inkişaf məqsədləri ilə birlikdə həyata keçirildikdə, ekosistemlərin və planetin sağlamlığı üçün çoxsaylı faydalar verə bilər. Dünyada enerji istehlakına sürətlə artan tələbatı ödəmək üçün elektrik enerjisi istehsalının artımını təmin etmək lazımdır və bu məqsədlə bərpa olunan enerji mənbələri (RES) ekoloji cəhətdən rəqabətədavamlı enerji mənbələri kimi mühüm rol oynaya bilər. Daima bərpa olunan təbii ehtiyatlardan əldə edilən yaşıl enerji daha təhlükəsizdir [3].

Tədqiqat üsulları

Yaşam üçün ən böyük təhlükə olan iqlim dəyişikliyi əsasən enerjiyə artan tələbatla bağlı sistemli problemdir. Sənaye İnqilabından (1850-ci illər) bu vaxta qədər planetin orta səth temperaturu, atmosferə karbon qazı və digər antropogen emissiyaların artması üzündən təxminən 1,2°C artmışdır (IPCC, 2023). Yer planetində istiləşmə son 10 ildə daha da artmışdır.

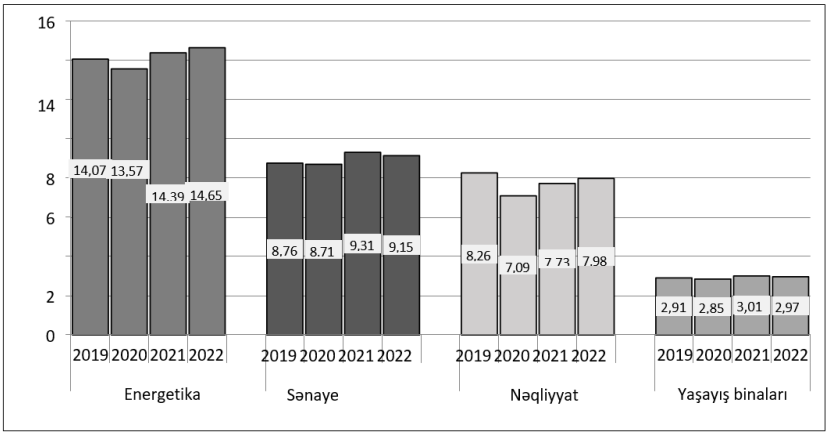
1990-cı illərin əvvəllərindən iqlim dəyişikliyi ilə mübarizə yolları nəticəsində (Kioto Prtokolu (Birləşmş Millətlr Təşklatı, 1998) və Paris Sazişi (Birlşmiş Milltlər Təşkilatı, 2015) bir sıra mühüm razılaşmalar əldə edilmişdir [4]. IPCC-ə görə, istiləşmənin 1,5 dərəcəni keçməməsi üçün qlobal istixana qazı emissiyaları 2030-cu ilə qədər 2010-cu il səviyyələri ilə müqayisədə təxminən

45% azalmalı və təxminən 2050-ci ilə qədər xalis sıfıra çatmalıdır (IPCC, 2023). Hazırda inkişaf etməkdə olan ölkələrdə istixana qazlarının emissiyalarında əhəmiyyətli artım var. Çin Respublkasında qaz emissiyaları ABŞ-dan daha yüksəkdir, ölkə hər il təxminən 10 milyard tonlarla istixana qazı buraxır ki, bu da qlobal emissiyaların 27%-ni təşkil edir [2]. Amerika dünyada ikinci ən böyük emissiya (qlobal emissiyaların 11%), Avropa (qlobal emissiyaların 7%), Hindistan (7%), Rusiya (4%), Braziliya (3%), Yaponiya (2%) (Şəkil 1).



Şəkil. 1. 2022-ci ildə istixana qazı emissiyaları üzrə ölkələr

2022-ci ildə ölkənin mühüm müxtəlif sahələri üzrə qlobal karbon dioksid emissiyalarının diaqramı verilmişdir(Şəkil 2).



Şəkil. 2. Sahələr üzrə qlobal CO_2 emissiyaları, 2019-2022

Hazırda bir çox ölkələrdə karbonlu qalıq yanacaqlar hələ də dünya enerjisinin əhəmiyyətli hissəsi kimi əlverişli və sərfəli enerji mənbəyidir. 2022-ci il üzrə qalıq yanacaqlardan dünya üzrə enerji istehlakı 82% olmuşdur. Kömür, neft, qaz kimi bərpa olunmayan enerji mənbələrinin əmələ gəlməsi yüz milyonlarla il ərzində baş verir [5]. Karbonlu yanacaqlar Yer kürəsi ərazisi üzrə qeyri-bərabər paylanır ki, çıxarmağa, öz ehtiyacları üçün istifadə və ixrac etməyə imkan yaradır, digər ölkələr dünya bazarındakı qiymətlərindən asılı olaraq belə yanacaq növlərini idxal etməyə

məcbur olurlar. Bu hal da nəticədə, ölkənin enerji təhlükəsizliyinə mənfi təsir göstərir və sənayenin inkişafına mane ola bilər.
Enerji keçidi UNEEP, ECOSSOC, UNCCTAD və OPPEC, BRİICS və s. kimi beynəlxalq forumlarda daim diqqət mərkəzindədir. Qloballaşan dünyada karbohidrogen mənşəli enerji ehtiyatlarından tədricən imtina edilməsi məqsəd kimi qəbul olunmuşdur və "2050-ci ilə qədər xalis sıfıra" (IEA, 2023b) istiqamət üzrə işlər həyata keçirilir. Bu hal rəqabətədavamlı iqtisadiyyatın yaranması və inkişaf etməsi üçün əsas şərtdir.

Yaşıl enerji mənbələri: Çətinliklər və onların aradan qaldırılması yolları

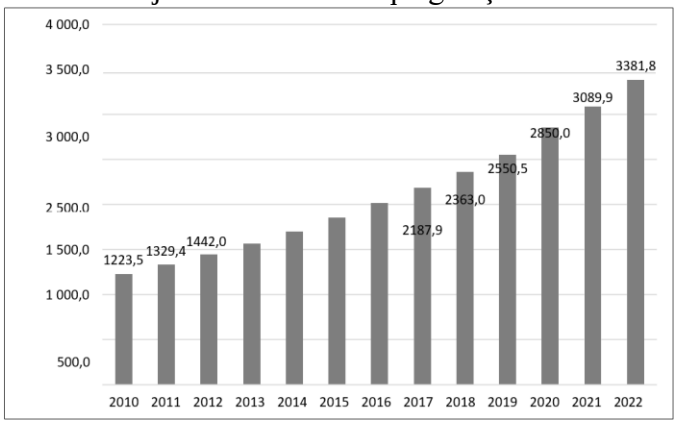
Külək, günəş, su, ağac tullantıları və geotermal istilik kimi tanıdığımız və qəbul etdiyimiz günəşin, külək və suyun gücündən müxtəlif məqsədlər üçün istifadə edilən bərpa olunan enerji mənbələri qədim sivilizasiyalara qədər zəngin bir tarixə malikdir. Bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadənin azalması 18-19-cu əsrlərdə dünyanın aparıcı ölkələrində sənaye inqilabından sonra baş vermişdir [6].
20-ci əsrdə ekoloji dirçəliş səbəbindən və qalıq yanacaqların planetə mənfi təsiri ilə bağlı narahatlıqlar başladı. 1970-ci illərdə neft böhranı enerji müstəqilliyinə və alternativ enerji mənbələrinin inkişafına diqqəti artırdı. Dünyada ölkələr bərpa olunan enerji texnologiyalarının tədqiqatına və inkişafına sərmayə qoydular. Külək və günəş enerjisi zaman keçdikcə çox bahalı və dəyişkən oldu, bu da yaşıl enerjini rəqabətli bazarda rəqabətsiz etmişdi. ABŞ və bəzi Avropa ölkələri (Avstriya, Almaniya, Danimarka, İsveç kimi) "yaşıl iqtisadiyyat" konsepsiyasına uyğun olaraq qeyri-ənənəvi enerji mənbələrinin inkişafı üçün dövlət investisiyalarından fəal şəkildə istifadə edir. Yeni texnologiyaların inkişafı ilə alternativ mənbələrdən - bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə etməklə elektrik stansiyalarının tikintisinə çəkilən xərcləri azaltdı. Bu, günəş elektrik stansiyalarının istehsal etdiyi 1 vatt elektrik enerjisinin maya dəyərini 1977-ci ildəki 76 dollardan 2015-ci ildə 0,30 dollara endirərək, neftin qiymətinin yüksəldiyi bir vaxtda bərpa olunan enerji stansiyalarını karbon əsaslı enerji mənbələri ilə rəqabətə davamlı edir.
Alternativ enerjinin inkişafının aktiv mərhələsi təkcə Avropa və ABŞ-da deyil, həm də inkişaf etməkdə olan ölkələrdə başladı və bu, qeyri-ənənəvi və ya yaşıl mənbələrdən elektrik enerjisi istehsalının əhəmiyyətli dərəcədə artmasına şərait yaratmışdır [7].
Yaşıl enerji mənbələrindən istifadədə müasir artımın arxasında duran əsas amillər bunlardır:
- ənənəvi enerji mənbələri ilə müqayisədə ətraf mühitə minimal təsir;
- əlavə iş yerlərinin yaradılması və bərpa olunan enerjinin istehsal olunduğu və istifadə olunduğu regionun iqtisadiyyatının inkişafı;
- bərpa olunan texnologiyaların dəyərinin azaldılması;
- enerji təhlükəsizliyinə dəstək göstərmək;

Hazırda yaşıl enerji inkişaf edən bir sənayedir. Bərpa olunan enerjinin inkişafına ABŞ, Yaponiya, Çin, Hindistan, Avstraliya və Aİ-nin davamlı inkişaf siyasətləri fəal şəkildə təsir göstərir. 2022-ci ildə dünya üzrə bərpa olunan enerji istehsalının ümumi gücü 3381,8 GVt təşkil etmişdir (Şəkil 3).
Gücə görə hidroenergetika ən böyük bərpa olunan enerji mənbəyi olmaqda davam edir. 2022-ci ildə dünyada hidroenergetika gücü ümumi bərpa olunan enerji gücünün (1225,45 GVt) 39%-ni təşkil edir. Su elektrik enerjisinin bərpa olunan enerji tutumunda artımı 25 QVt (+2%) təşkil edib ki, bu da son illərin artım tempinə uyğun gəlir.
2010-cu ildən 2022-ci ilə qədər külək enerjisi 5 dəfədən çox artmışdır. 2022-ci ildə quruda quraşdırılmış cəmi külək enerjisinin gücü təxminən 836 GVt-a (24%) olmuşdur. Dəniz külək

enerjisi qurudakı külək enerjisindən kiçikdir və 2022-ci ilin sonuna qədər cəmi 63 GVt quraşdırılmış gücə malik olmuşdur.

Bioenerji, geotermal, günəş istilik və dəniz enerjisi kimi digər bərpa olunan enerji texnologiyaları son illər sürətlə inkişaf etmişdir. Bu bərpa olunan enerji mənbələrinin ümumi quraşdırılmış gücü 2022-ci ildə 171 GVt-a çatmışdır ki, bunun da 87%-i bioenerjidir (IRENA, 2023a) [8].

Son iki onillikdə təmiz enerjiyə investisiyalar bütün dünyada durmadan artmışdır. Lakin bu artımın böyük hissəsi inkişaf etmiş ölkələrdə baş vermişdir. Bərpa olunan enerjiyə investisiyalar bir neçə texnologiyaya yönəldilmişdir, eyni zamanda bərpa olunan enerji kompleksi bioyanacaq, hidroenergetika, geotermal enerji və s. daxil olmaqla genişləndirilməlidir.



Şəkil. 3. Dünya bərpa olunan enerji potensialı, 2010-2022

Təmiz, aşağı karbonlu və aşağı emissiyalı enerji mənbələrinə artan tələbatı ödəmək üçün perspektivli yeni enerji texnologiyası inkişafı yaşıl hidrogen enerjisindən istifadədir.

2050-ci ilə qədər dünyanı xalis sıfır emissiyaya salmaq üçün 2050-ci ilə qədər bərpa olunan enerjiyə investisiyalar üç dəfə, növbəti səkkiz il ərzində təmiz enerji mənbələrindən elektrik enerjisi təchizatı iki dəfə artırılmalıdır. 2030-cu ilə qədər bərpa olunan enerjiyə təxminən 4 trilyon dollar sərmayə qoyulması təxmin edilir.

Bərpa olunan enerjiyə investisiyalar qalıq yanacaqların subsidiyalaşdırılmasından xeyli az başa gələcəkdir. Təkcə çirklənmə və iqlim təsirlərinin azaldılması dünyanı 4,2 trilyon dollara qədər qənaət edə bilər.

Bəzi ölkələr, o cümlədən İndoneziya, Argentina, Rusiya, Avstraliya, Yeni Zelandiya və Koreya Respublikası qeyri-ənənəvi enerji mənbələrinin inkişafında bərpa olunan enerji mənbələrinin məhdud olması, bu sahədə ən son texnologiyalardan istifadə zamanı böyük həcmdə kapital və əməliyyat xərcləri, olması kimi maneələrlə üzləşirlər. Ölkələr coğrafi yerləşmə və iqlim, təbii ehtiyatların mövcudluğu, mədəni və institusional şərait, siyasət və tənzimləyici çərçivələr daxil olmaqla, spesifik şəraitdən asılı olaraq yaşıl iqtisadiyyata keçidin və bərpa olunan enerji mənbələrinin inkişafının müxtəlif istiqamətlərindədirlər [9].

Azərbaycanda bərpa olunan enerjinin inkişafı perspektivləri

Azərbaycan təbii ehtiyatlarına, böyük elmi, insan resurslarına, yanacaq-energetika sektorunda texniki və istehsal potensialına görə qlobal enerji resurslarının dövriyyəsi sistemində özünəməxsus rol oynayır.

Bərpa olunan enerjinin inkişafı və istehlakı sənaye mərkəzlərindən və təbii sərvətlərin hasilatı

sahələrindən uzaq olan regionlar üçün iqtisadi cəhətdən faydalıdır. Hətta dövlət dəstəyi olmasa belə, bərpa olunan mənbələrdən enerji istehsal edən belə stansiyaların tikintisi bu sahəyə qoyulan sərmayənin sürətlə geri qaytarılması olur.

2022-ci ildə Azərbaycan enerji sistemində bərpa olunan enerji mənbələrinin ümumi quraşdırılmış gücü yüksəkdir. Bundan əlavə, külək və günəş enerjisi və geotermal enerji ilə işləyən elektrik stansiyaları fəaliyyətdədir. Hazırda bərpa olunan enerji mənbələrinin payı ümumi enerji istehsalının cəmi 0,5%-ni təşkil edir. Alternativ enerji infrastrukturunun yaradılması və investisiyaların həcminə görə Azərbaycan dünya ölkələrindən geri qalır.

Ölkədə yaşıl enerjinin inkişafı üçün ən böyük potensial mərkəzləşdirilməmiş və ya muxtar enerji təchizatının mövcud olduğu ərazilərdədir Bu ərazilər enerji istehsalı üçün bahalı mənbələrdən istifadə edir, lakin bu ərazilər günəş və külək enerjisinin inkişafı üçün böyük potensiala malikdir.

Getdikcə daha çox ölkə karbon asılılığından uzaqlaşdıqca, Rusiyanın orta və uzunmüddətli

Qlobal enerji üçün yaşıl hidrogen enerjisi neft, qaz və kömürdən alınan enerji üçün əvəz ola bilər.

Azərbaycanda bərpa olunan enerjinin inkişafı aşağıdakı səbəblərə görə çox intensiv deyil:

- yüksək inzibati maneələr, dövlət tərəfindən kifayət qədər dəstək,
- bərpa olunan enerji istehsalı obyektlərinin yerləşdirilməsinin əlaqələndirilməsi üçün mürəkkəb mexanizmlər və ayrı-ayrı ərazilər üçün məhdudiyyətlər,
- inkişaf etməmiş nəqliyyat infrastrukturu,
- lazımi texnologiyaların olmaması və təchizatı xərclərinin artması.
- idxal olunan komponentlər, materiallar və avadanlıqlar.

Buna baxmayaraq, ölkəmiz ekoloji cəhətdən təmiz enerjidən istifadəni artırmaq üçün səylər göstərir. Ölkə iqtisadiyyatın dekarbonizasiyası üçün xüsusi hüquqi baza hazırlamışdır. "İstixana qazlarının emissiyalarının məhdudlaşdırılması haqqında" Qanun qəbul və təsdiq edilmişdir.

2025-2035-ci illər üçün bərpa olunan enerjiyə dəstək proqramının uzadılması istixana qazlarının emissiyalarının azaldılmasına yönəlmiş tədbirləri əks etdirən İqlim Doktrinası təsdiq edilmişdir.

Bu tədbirlərə aşağıdakılar daxildir [10]:

- iqtisadiyyatın bütün sahələrində enerji səmərəliliyinin artırılması,
- aşağı istixana qazları emissiyası ilə bərpa olunan və alternativ enerji mənbələrindən istifadənin inkişafı
- iqlim layihələrinin həyata keçirilməsi

Azərbaycanın enerji sektoru ölkənin enerji istehlakının 75%-ni neft və qaz emalı zavodlarında enerji istehsalı hesabına təmin edir. Ölkənin həm bərpa olunan, həm də bərpa olunmayan enerji mənbələrindən istifadə etmək üçün kifayət qədər imkanlara malik olmasına baxmayaraq, bu gün ənənəvi enerjidən imtina etmək yanlış olardı, çünki bərpa olunan enerji texnologiyalarının inkişaf səviyyəsi lazımi həcmdə yaşıl enerjinin sabit istehsalına imkan vermir. Bu sahədə infrastruktur ləng inkişaf edir.

Hazırda ölkənin dövlət enerji siyasətində milli maraqlar nəzərə alınmalı, eyni zamanda həyat keyfiyyətinin yüksəldilməsi və texnoloji suverenliyin təmin edilməsi dayanıqlı inkişaf problemlərinin həllinin mərkəzi olmalıdır. Ciddi iqlim dəyişikliyi aktual olaraq qalır, bu sahədə tənzimləyici aktların sayının artması ölkənin iqtisadiyyatın ənənəvi karbondan təmizlənməsi və yaşıl enerji istehsalının həcminin artırılması üzrə inkişafını təsdiqləyir.

Nəticə

Yaşıl enerjidən istifadə istixana tullantılarını azaltmaqla Yer kürəsinin ekoloji

problemlərinin həllinə töhfə verəcək və enerji böhranlarının qarşısını almağa kömək edəcəkdir. Öz növbəsində bu bərpa olunan enerji mənbələrinə artan tələbat və davamlı inkişafa ciddi təkan verərəkdir, qalıq yanacaqlar ikincili əhəmiyyət daşıyacaqdır. Bununla belə, yaxın gələcəkdə enerjiyə artan tələbatı ödəmək üçün bir çox işlər görüləcəkdir ki bunlara ənənəvi mənbələrə səmərəli əlavə kimi bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadəni, enerji istehsalının və saxlanmasının hibrid modellərinin yaradılmasını, karbohidrogenlərin tutulması və saxlanması texnologiyalarının inkişaf etdirilməsini göstərmək olar.

Müasir dünyada bərpa olunan enerji sahəsində gələcək irəliləyiş və dayanıqlı inkişaf məqsədlərinə nail olmaq qlobal və milli səviyyədə əməkdaşlıq, həmçinin özəl sektor, qeyri-hökumət təşkilatları və vətəndaş cəmiyyətinin əlaqələndirilmiş fəaliyyətini tələb edir. Hazırda bu sahədə uzun illər təcrübəyə malik olan mütəxəssislər 2030-cu ilə qədər bərpa olunan enerji mənbələrinin nüvə enerjisi ilə birlikdə istifadəsinin elektrik enerjisinə tələbatın artımının təxminən 90%-ni ödəyəcəyini proqnozlaşdırırlar.

Ədəbiyyat

1. Мудрецов, А.Ф. и Прудникова, А.А. (2020), "«Зеленая экономика» как драйвер устойчивого развития", Экономика и математические методы, т. 56, № 2, с. 32-39. [Mudretsov, A.F. and Prudnikova, A.A. (2020), "«Green Economy» as a driver of sustainable development", Economy and mathematical methods, vol. 56, no. 2, pp. 32-39].
2. Мудрецов, А.Ф. и Прудникова, А.А. (2022), "Традиционные и зеленые источники энергии: проблемы и перспективы развития в условиях глобальной декарбонизации", Проблемы рыночной экономики, № 1, с. 159-168, DOI: 10.33051/2500-2325-2022-1-159-168. Mudretsov, A.F. and Prudnikova, A.A. (2022), "Traditional and green energy sources: problems and prospects for development in the context of global decarbonization", Market economy problems, no 1, pp. 159-168, DOI:10.33051/2500-2325-2022-1-159-168.
3. Мудрецов, А.Ф. и Тулупов, А.С. (2009), Экологическая политика постиндустриального развития, Институт проблем рынка РАН, М., 81 с. [Mudretsov, A.F. and Tulupov, A.S. (2009), Environmental policy of post-industrial development, Market economy institute RAS, M., 81 p.].
4. Мудрецов, А.Ф. и Тулупов, А.С. (2016), "Вопросы развития альтернативной энергетики в России", Вестник Томского государственного университета. Экономика, № 4 (36), с. 38-45, DOI: 10.17223/19988648/36/3. [Mudretsov, A.F. and Tulupov, A.S. (2016), "Issues of development of alternative energy in Russia", Bulletin of Tomsk State University. Economy, no. 4 (36), pp. 38-45, DOI: 10.17223/19988648/36/3].
5. Порфирьев, Б.Н. (2023), "Приоритеты устойчивого развития и климатическая повестка в начале 2020-х годов в мире и в России. Доклад на пленарном заседании МАЭФ, Российская Академия наук, 7 июня 2023 г.", Научные труды Вольного экономического общества России, т. 241, № 3, с. 72-80, DOI 10.38197/2072-2060-2023-241-3-72-80.
6. Прудникова, А.А. (2023), "Риски энергетического сектора России в условиях низкоуглеродной трансформации мировой экономики", Теория и практика общественного развития, № 10 (186), с. 167-172. Prudnikova, A.A. (2023), "The Risks of the Energy Sector in Russia in the Context of Low-Carbon Transformation of the Global Economy", Theory and Practice of Social Development, no 10 (186), pp. 167-172.
7. Российский менеджмент (1998), Государственный университет управления, М., 1032 с. [Russian management (1998), State University of Management, M., 1032 p.].
8. Тулупов, А.С. (2013), "Золотой век экономики природопользования", Вестник университета, № 11, с. 61-64. [Tulupov, A.S. (2013), "The Golden Age of Environmental Economics", Bulletin of University, no. 11, pp. 61-6. [4].
9. Цветков, В.А. и Тулупов, А.С. (2022), "Декарбонизация экономического развития: вызовы и

перспективы для России”, ЭКО, № 12, с. 22-31, DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2022-12-22-31.
10. [Tsvetkov, V.A. and Tulupov, A.S. (2022), “Decarbonization of Economic Development: Challenges and Prospects for Russia”, ECO, no. 12, pp. 22-31, DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2022-12-22-31].

Зеленая энергетика и перспективы ее развития

Айралова Тамара[1] ,Сулейманов Илькин[2]
[1]Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности PHS
[2]Бакинский Инженерный Университет
[1]tamara.ayralova@gmail.com https://orcid.org/0000-0002-2261-236

РЕЗЮМЕ
В статье рассматриваются особенности развития зеленой энергетики, которая оказывает серьезное и эффективное воздействие на климатическую систему планеты и является важнейшим условием экономического развития.
Основной целью данного исследования является анализ изменений в выбросах парниковых газов и выявление путей развития зеленой энергетики [1]. Развитие зеленой энергетики тесно связано с сокращением затрат на возобновляемые источники энергии, повышением энергоэффективности, устойчивым технологическим прогрессом, сотрудничеством между странами на глобальном уровне и эффективной национальной политикой. Для удовлетворения растущего спроса на энергию в ближайшем будущем необходимо использовать гибридные модели энергоснабжения на основе возобновляемых источников энергии, обеспечивая при этом устойчивое развитие общества. Зеленая энергетика поможет решить экологические проблемы Земли и избежать энергетических кризисов за счет сокращения выбросов парниковых газов. Использование возобновляемых источников энергии требует сбалансированной оценки соответствующих технологий и систем [2].

Green energy and its development perspectives

Ayralova Tamara[1], Suleymanov Ilkin[2]
[1]Azerbaijan State Oil and Industry University PHS
[2]Baku Engineering University
[1]tamara.ayralova@gmail.com https://orcid.org/0000-0002-2261-236

ABSTRACT
This article examines the features of the development of green energy, which has a serious and effective impact on the planet's climate system and is an important condition for economic development.
The main purpose of this study is to analyze changes in greenhouse gas emissions and identify ways to develop green energy [1]. The development of green energy is closely related to reducing renewable energy costs, increasing energy efficiency, sustainable technological progress, cooperation between countries at the global level, and effective national policies. In order to meet the growing energy demand in the near future, it is necessary to use hybrid energy supply models, the basis of which will be renewable energy sources, in addition to ensuring the sustainable development of society. Green energy will help solve the Earth's environmental problems and avoid energy crises by reducing greenhouse gas emissions. The use of renewable energy sources requires a balanced assessment of relevant technologies and systems [2].

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1607

AZƏRBAYCANDA İSTEHSAL EDİLƏN ŞƏRABLARDA ETİL KARBAMATIN TƏHLİLİNDƏ QAZ XROMATOQRAFİYA VƏ KÜTLƏ SPEKTROMETRİYASININ TƏTBİQİ

Mövlud Hüseynov[1], Anar Məmmədli[2]

[1,2] Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti
[1,2] "İqtisadi və texnoloji elmlər" kafedrası
[1] dosent, texniki elmlər üzrə fəlsəfə doktoru, movlud.huseynov@unec.edu.az
[2] magistr, anar.mamedli660@icloud.com

Xülasə

Məqalədə ölkəmizin əlverişli mikroiqlimi şəraitinə müvafiq becərilən və tarixən böyük məhsuldarlıq verən üzüm sortlarının tərkibindəki etil karbamatın təyini qaz xromatoqrafiyası və kütlə spektrometriyasına əsaslanaraq tədqiq edilmişdir. Tədqiqat materialı olaraq "Bayan Şirə" və "Mədrəsə" şərab növləri nümunə kimi dəyərləndirilmişdir. Aparılan araşdırmada nümunə olaraq götürülən məhsullarda ilkin olaraq keyfiyyəti və onun məhsuldarlığı öyrənilmişdir. Hər bir məhsulda tədqiqat işi yüksək dəqiqliklə yerinə yetirilərək nəticədə qeyd edilmişdir.

Məlum olduğu kimi etil karbamat şərab növlərində və eyni zamanda xəmir məhsullarında fermentasiya olunan təbii qida əlavəsidir. Etil karbamat etanolun karbamidlə reaksiyasından əmələ gəlməklə fermentasiya prosesinin gedişatına uyğun olaraq yaranır. Kimyəvi reaksiyanın gedişatına görə şərablarda etil karbamat laktik turşu bakteriyalarının təsiri ilə sitrulin və arginin kimi aminturşularının metabolizmasından yaranır. Fermentasiya prosesinin gedişatı karbamid (üzüm qabığında aminturşunun metaboliti) və prosesin sonunda yaranan etanol arasında icra edilir. Bəzi şərablarda reaksiya sitrulin və etanol arasında gedərək etil karbamatın yaranmasına yol açа bilir.

Tədqiqatda "Mədrəsə" və "Bayan Şirə" şərab növlərində aparılan tədqiqatlarından yola çıxaraq etil karbamatın əmələ gəlməsini azaltmaq üçün şərab istehsalında işıq və istilik təsirinin eynən minimuma endirilməsi qənaətinə gəlinmişdir. Bununla yanaşı şərabların saxlanma şəraitində bu kimi amillərin nəzərə alınması ilə birlikdə saxlanma müddətinin də məhdudlaşdırılması tövsiyə edilmişdir. Tədqiqat metodunda bir sıra şərab növlərində keyfiyyətin yüksək və daha məhsuldarlıq olması adına etil karbamatla birlikdə butil karbamat da tədqiq edildi. Şərab növlərində etil karbamat miqdarının öyrənilməsi üçün qaz xromatoqrafiyası və kütlə spektrometriyası metodlarının tədqiqi zamanı temperatur 45°C-ə gətirilmişdir. Bu proses 3 mərhələli şəkildə 30, 60 və 90 gün ərzində izlənilərək etil karbamatın məhsuldarlığında artımı üzə çıxarmışdır.

Azərbaycanda istehsal olunan "Bayan Şirə" və "Mədrəsə" şərab növlərinin tərkibi təhlil edilərkən əsas onun keyfiyyətinə və sonra isə məhsuldarlıq potensialına təsiri müəyyən edilmişdir.

Tədqiqat materialı üçün istifadə edilmiş nümunələrin təhlilinə həsr edilmiş məqalə digər orijinal məqalələrin normativ sənədlərinə istinadən işlənmişdir. Burada "Bayan Şirə" və "Mədrəsə" şərablarında etil karbamatın araşdırılması qaz xromatoqrafiya üsulundan istifadə edilməklə məhlulun tərkibindəki üzvi və qeyri-üzvi maddələrin spektri və eyni ilə digər komponentlərin də

tərkibi araşdırılmışdır. Ədəbiyyat mənbələrinin təhlili istiqamətində yerli şərabların tərkibinə dair məlumatlar araşdırılaraq nəticədə öz əksini tapmışdır.
Açar sözlər: Şərabçılıq, etil karbamat, məhsuldarlıq, fermentasiya.

GİRİŞ

Şərabçılıq ölkə təsərrüfatına və iqtisadiyyatına mühüm dərəcədə fayda verən sahəsi kimi daima araşdırılır və zənginləşdirilir. Məlum olduğu kimi Azərbaycanda 60 marka adda şərab və 17 növə yaxın turş şərab növləri vardır. Bunlardan daha çox tanınanı tədqiqat material kimi istifadə edilən Mədrəsə, Bayan Şirə və Alşərab, Qarakənd şərab növləridir. Eyni zamanda 20 növdən çox portveyn tipli Qızıl şərbət, Ağdam, Ağstafa, Mil, Şamaxı, Qarabağ və Baki, Yubileyni kimi konyak növləri də tanınmaqdadır. Ümumən ölkədə istehsal olunan şərablar keyfiyyətinə görə bir sıra beynəlxalq yarışlarda layiqli yerini alaraq ixracat həcminin artmasına səbəb olmuşdur. Azərbaycan şərabları keyfiyyətinə və spesifik aromatik xüsusiyyətinə görə bir çox ölkələrdə yetərincə öz sözünü demişdir. Belə bir inkişaf təkamülü Sovet dövründən başlayaraq hal-hazırkı dövrə qədər davam etməkdədir [1]. Bununla da Azərbaycan şərabı Türkiyə, İtaliya, Ruminiya, Çili kkmi ölkələrə ixrac edilərək ölkənin beynəlxalq arenada da tanınılmasına səbəb olmuşdur. Bu məqsədlə istehsal olunan bütün növ şərabların kimyəvi tərkibinin tədqiqi və göstəricilərinin araşdırılması mühüm əhəmiyyətə malikdir. Tədqiqatın mövzusuna müvafiq olaraq şərablarda etil karbamatın təyini kütlə spektrometriya üsulundan istifadə edilməklə araşdırılması daima aktual mövzulardan olmuşdur.

Etil karbamat təbii olaraq bütün növ şərablarda olduğu kimi Mədrəsə və Bayan Şirə şərabında da yaranan zəhərli çirkləndiricidir. Etil karbamatın şərab tərkibindəki sürətinin təyini üçün tədqiqatlarda qaz-xromatoqrafiyası və kütlə spektrometriya üsuldan geniş şəkildə istifadə edilir. Material olaraq istifadə edilən nümunə poliakril liflə 39.8% NaCl-lə 40 dəq-ə ərzində 70°C temperaturda reaksiya girir. Aparılan bu metodiun 30-600 μg L−1 ($R2 = 0.998$) diapazonda yüksək xəttlilik göstərilməsi məlum olmuşdur. İşin gedişatına uyğun olaraq etil karbamatın aşkarlanması üçün laboratoriyada tədqiqat 91-98%, 2,90 və 1,20 μg L−1-dən aşağı aparılması tövsiyə edilmişdir. Bu proses etil spirtinin konsentrasiyasına heç bir şəkildə müdaxilə etməmişdir. Aparılan tədqiqatda hər şərab nümunəsinə ümumən təxminən 1 saata qədər vaxt ayrılmışdır. Bu zaman kütlə spektrometriyasına nisbətən qaz xromatoqrafiyasına əsasən etil karbamatın tədqiqi daha sürətlə yerinə yetirilmişdir [2].

Azərbaycanda qədim dövrdən müasir dövrə qədər şərabçılıq daha çox inkişafa meyilli sahə olaraq qiymətləndirilmişdir. Ölkənin bir çox rayonları üzümçülük və şərabçılıq sahənin mövcud perspektivlərinin dəyərləndirilməsində hər zaman maraqlı olmuşdur. Bu baxımdan üzümlər daha çox süfrəlik, kişmiş və texniki sortlara bölünsə də texniki sortlar çoxluq təşkil etmişdir.

Tədqiqat material kimi seçdiyimiz texniki sortlarının kimyəvi tərkibinin araşdırılmasında əldə edilən məlumata əsasən "Bayan Şirə" respublikamızda becərilən qədim və əsas texniki üzüm sortlarından biri sayılır. Bu şərab növü Daşkəsən rayonunun Bayan adlı kəndində əkib-becərilmişdir. Daha sonra bir qədər ətraf zonalara da yayılaraq Şirvan, Dağlıq-Qarabağ və Naxçıvan Muxtar Respublikasına gedib çıxmışdır. Görüldüyü kimi üzüm yarpağının uzunluğu 20-21 sm-ə qədər olan yarpağın forması oval, beşbarmaqlı, üstü hamardır. Üzüm salxımının ölçüsü iri olmaqla 7-15 və bəzən də 20 sm arasında dəyişə bilər. Eyni zamanda Bayan-Şirə üzümünün giləsi orta və iri (11-17 sm) ölçülməklə dairəvi, kürəvi formasında 4.6 mm enə və 6.6 mm uzunluğa malik tumlardan ibarətdir [3].

Tədqiqat material olaraq seçdiyimiz Mədrəsə şərab növü Azərbaycanda Mədrəsə aborigen sortlardan hazırlanan ən qədim növlərindən biridir. Bu üzüm növünün adı Şamaxının Mədrəsə

kəndi ilə bağlıdır. Bildiyimiz kimi Şamaxı və onun ətraf kəndləri üzümçülük və ondan yola çıxaraq şərabçılıq sahəsinin inkişafına geniş töhvə vermişdir. Məhz bu baxımdan qədim Şamaxı diyarında yetişdirlən üzümdən alınan şərab növləri məhsuldarlıq baxımdan geniş iqtisadi zonalara yayılmağa başladı.

Material. Tədqiqat işi 2024-2025-ci illərdə texniki üzüm sortları tam yetişmədən Daşkəsən rayonu və ətraf kəndlərini, eyni zamanda Şamaxı və onun kəndlərini daha dəqiq Mədrəsə kəndini əhatə etmişdir. Tədqiqat işləri üçün istifadə edilən materialların əhatə etdiyi ərazilərin ÜŞETİ-nin və şərabçılıq sənayesinin nəzərdə tutduğu vahid normativ standartlarına uyğun olduğu müəyyənləşdirilmişdir. Bu baxımdan Şamaxı şəhəri və onun ətraf kəndlərinə aid "Mədrəsə" və "Bayan Şirə", ondan başqa 16 növ yerli texniki üzüm sortu müəyyən edilmişdir.

Metod. Bu tədqiqatda Daşkəsən rayonu və onun ətraf kəndlərində 16 yerli üzüm sortunun kimyəvi tərkibi, məhsuldarlıq gücü öyrənilmişdir. Üzüm sortlarının məhsuldarlıq gücünün araşdırılması üzümün yetişmə dövründən başlayaraq şərabın hazırlandığı dövrə qədər bütün mərhələlərini əhatə etmişdir. Bununla da şərab növünün keyfiyyət göstəricilərinin və etil karbamatın təyini mühüm əhəmiyyət kəsb edərək tədqiq edilmişdir. İlkin olaraq Bayan-Şirə şərab növünün tərkibinin göstəriciləri aşağıdakı şəkildə təhlil edilmişdir [4].

Cədvəl 1. Bayan Şirə üzümündən alınan şərabın kimyəvi tərkibinin göstəriciləri

Şərab materialları	**Şəkər, %**	**Fenol maddələri, q/dm^3**	**pH**	**Boya maddələri, q/dm^3**
Şampan	17-18	<0,4-0,5	3,1-3,4	-
Konyak	18-20	<0,5	2,8-3,0	-
Texniki	>16	<0,7	2,8-3,1	-

Bayan Şirə şərablarının tərkibinin təhlilində əlbəttə ki mövzuya uyğun ali spirtlərin təyini də mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Burada şərab şirəsində karbohidratların və aminturşuların yüksək olduğunu nəzərə alsaq şərabın tərkibində ali spirtlərin miqdarının kifayət qədər yüksək olduğu asanlıqla müəyyən edildi [5].

Cədvəl 2. Bayan Şirə şərabında mürəkkəb efirlərin miqdarı

Komponentin adı	Efirlərin miqdarı, mq/dm^3	
	Mədrəsə	Bayan Şirə
Etilpropionat	0,51	0,1
Etilaktat	1,66	2,1
Etilkarbonat	0,1	0,90
Etilkaprilat	2,17	0,60
Etilasetat	0,49	0,05
Etilstearat	0,50	0,03

Aparılan tədqiqatdan alınan nəticəyə görə Bayan-Şirə və Mədrəsə şərab növlərinin tərkibindəki fenol maddələrinin miqdarı barəsində məlumat əldə edilmişdir. Spesifik dada və ətirə malik olan bu növ şərabların tərkibindəki mürəkkəb efirlərin miqdarı mövcud standartlara uyğun olaraq qəbul edilmişdir. Nümunə olaraq seçilən şərab növlərində etil karbamatın təyinini kütlə spektrometriyası və qaz xromatoqrafiyası metodlarına əsaslandırılmışdır [6].

Mədrəsə və Bayan-Şirə şərabında etil karbamatın təyini üçün qaz xromatoqrafiyası və kütlə

spektrometriya üsullarında göstərici (15-210 μq/l) arasında müəyyənləşdikdə yerinə yetirilir. (bu zaman etanol, aseton və digər təhlükəli maddələrlə işləyərkən diqqət edilməlidir, eyni zamanda mövcud ekoloji qaydalara da riaət edilməsi mühüm əhəmiyyət kəsb etməlidir.

İşin gedişi: Etil karbamatın təyinində aparılan metodların başlıca prinsipinə müvafiq probil maddəsi seçilmiş nümunəyə əlavə olunur, maye ilə nisbətən durulaşdırılır, 50-60 ml bərk səthi olan sütunun üzərinə yerləşdirilir. İşin gedişatına uyğun probil karbamat və etil karbamat diklometanla təmizlənir. Eluat vakuumunda bütün məhlullar buxarlandırıcıda yığılır. Əldə edilən məhlul ion monitorinq vəziyyətinə istinadən qaz xromatoqrafiyası və kütlə spektrometriya ilə araşdırılır [7].

Aparatlar:

1. Qaz xromatoqrafı və kütlə spektrometr cihazı;
2. İon monitorninq məlumatlarını realizə edən sistem;
3. Əridilmiş silisium sütunu;

Tələb olunan mühit: injektor- 190°C, 30°C-də 1 ml/dəq-də heliumlu daşıyıcı qaz, temperatur 0,70 dəqiqə ərzində 45°C, sonra 15°C/dəq-dan 65°C-ə qədər, sonra 4°C [2]/dəq-dən temperatur proqram təşkil edilməlidir. İş tamamlandıqda temperatur 230°C-ə qədər qaldırılmalı və 4.30 dəqiqə ərzində 230°C-də saxlanılmalıdır. Etil karbamatın saxlanmasında temperatur müddəti 24-28 dəqiqə, probil karbamatın saxlanmasında isə temperatur müddəti 28-30 dəqiqədir. Tədqiqatda armud formalı 300 ml-lik kolba, 4-5 ml ölçüdə konsentrator borusu, standart ölçüdə konik və tıxacdan istifadə olunur.

Reaktivlər:

1. Aseton (HPCL keyfiyyətli);
2. Diklorometan- (63, 76, 90) ionların olmamasını kəsinləşdirmək üçün 200 qat konsentrasiyalı mühitin yaradılmasına nəzarət edilməlidir.
3. Etil karbamat (EK) standart məhlulu;
4. Ehtiyat məhlulu- 1-1,5 mq/ml;
5. Standart işçi məhlulu-1-1,2 ml;

Cədvəl 3. Tədqiqatın nəticəsi

Nümunə	Tapılan orta EK, ng/q	Əlavə edilmiş EK-nin bərpası
Mədrəsə şərabı	40, 83, 166	91, 92
Bayan-Şirə şərabı	12, 26, 52	94, 94

Beləliklə, şərab keçmişdən bəri qədim və ənənəvi üsullara sadiq olan spirtli içki növüdür. İnsan sağlamlığı üçün əhəmiyyətli olan bir sıra vitamin və polifenollara zəngin olan alqokollu içki hər zaman antialergik, iltihab əleyhinə əhəmiyyətinə görə seçilmişdir. Şərab bir sıra üzvi birləşmələrdən, o cümlədən akrolein, formaldehid, asetalehid və etil karbamat tərkibi olmaqla konsentrasiyası yüksək olaraq bir sıra xəstəliklərin inkişafına yol açır. Belə ki şərabın təhlükəsizliyinə səbəb olan amil tərkibindəki etil karbamatın olması ilə müəyyənləşir. Yeməklə qəbul olunan etil karbamatın gün ərzində bədən çəkisinə müvafiq 16-20 ng/kq olmasına dair sübutlar da mövcuddur. Bu baxımdan spirtli içkilərdə etil karbamatın tərkibi insan sağlamlığında əks təsirləri ilə məlum olmuşdur [8].

Etil karbamat karbamik turşusunun etil esteri ilə fermentləşdiriməsindən qida məhsullarında yaransa da şərablarda karbamidin sitrulinlə qarşılıqlı reaksiyasından əmələ gəldiyi bir daha vurğulanmış oldu. Etil karbamatın profilaktika məqsədilə şərablarda və digər spirtli içkilərdə

aşkarlanması qida təhlükəsizliyində mühüm məsələ hesab edilir. Bu məqsədlə etil karbamatın miqdarının azaldılması əsas məsələ olmaqla şərabçılıqda etil karbamatın deqradasiyası müxtəlif texnoloji üsullarla və proseslərlə yerinə yetirilməlidir [9].

Belə ki etil karbamidlə reaksiyasından əmələ gəlməklə fermentasiya prosesinin gedişatına uyğun olaraq yaranır. Kimyəvi reaksiyanın gedişatına görə şərablarda etil karbamat laktik turşu bakteriyalarının təsiri ilə sitrulin və arginin kimi aminturşuların metabolizmasından yaranır. Fermentasiya prosesinin gedişatı karbamid (üzüm qabığında aminturşunun metaboliti) və prosesin sonunda yaranan etanol arasında icra edilir. Bəzi şərab növlərində reaksiya sitrulin və etanol arasında gedərək etil karbamatın yaranmasına yol açа bilir.

Şərabın tərkibindəki etil karbamat səviyyəsinin aşkar edilməsi üzümün becərilməsindən, sortundan, şərab mayaların genetikasından, temperatur müddətindən, saxlama şəraitindən və günəşə məruz qalma vaxtına görə müəyyn edilir. Bu məsələyə istinadən etil karbamatın əmələ gəlmə tezliyi və miqdarı karbamilin ötürülməsindən və azotlu birləşmələrin konsistensiyasından asılı olaraq dəyişilir. Etil karbamatın tərkibinin azaldılmasında bir sıra mövcud texnoloji üsullardan ən çox yayılanı şərab tərkibindəki prekursorların istehsalının qarşısını almaqdır, ən uzağı ehtimal olunan prekusorların parçalanmasına yol açmaqdır. Bunun üçün şərabların saxlanılmasında və nəql edilməsində temperatur rejiminin nəzarətdə saxlanması mühüm strateji məsələ sayılır. Başqa bir məsələ də pH səviyyəsinin qorunub, saxlanılması, spirtli fermentasiyadan sonra onun süzülməsi, işıqdan uzaqlaşdırılması və saxlanma müddətinin azaldılmasıdır.

Bu gün şərablarda etil karbamat tərkibinin təhlil edilməsi üçün beynəlxalq standartlara cavab verən qaz xromatoqrafiyası, kütlə spektrometriya və bununla yanaşı maye xromatoqrafiyası, infraqırmızı spektroskopiya və nanosensorlu metodlardan da istifadə edilir [10].

Ədəbiyyat

1. 2017- Haseeb, S.; Alexander, B.; Baranchuk, A. Wine and cardiovascular health a comprehensive review. Circulation, 136, 1434-1448
2. 2019- Wurz, D.A. Wine and health: A review of its benefits to human health. BIO Web Conf. 12, 04001
3. 2017- Kubyshkin, A.V.; Avidzba, A.M.; Borisyuk, V.S.; Stoyanov, V.S.; Fomochkina, I.; Ogai, Y.A.; Chernousova, I.V.; Zaitsev, G.P.; Guguchkina, T.I.; Markosov, V.A.; et al. Polyphenols of red grapes in wine and concentrates for use in rehabilitation technologies. Agric. Biol. 52, 622–630. [Google Scholar]
4. 2020- Butyrskii, A.G.; Butyrskaia, I.B.; Abkerimov, E.A. To traditions of enotherapy (medical aspects of wine consumption). Tauric Med. Biol, 81-90
5. 2019- Ferreira, D.C.; Hernandes, K.C.; Nicolli, K.P.; Souza-Silva, É.A.; Manfroi, V.; Zini, C.A.; Welke, J.E. Development of a method for determination of target toxic carbonyl compounds in must and wine using HS-SPME-GC/MS-SIM after preliminary GC× GC/TOFMS analyses. Food Anal. Methods. 12, 108–120. [Google Scholar] [CrossRef]
6. 2019- L.O.; Welke, J.E. Carbonyl compounds in wine: Factors related to presence and toxic effects. Ciênc. Ruralz 49, e20190349. [Google Scholar] [CrossRef]
7. 2021- Leça, J.M.; Pereira, V.; Miranda, A.; Vilchez, J.L.; Marques, J.C. New insights into ethyl carbamate occurrence in fortified wines. LWT. 150, 111566. [Google Scholar] [CrossRef]
8. 2016- Zhang, J.; Wang, C.; Ji, L.; Liu, W. Modeling of toxicity-relevant electrophilic reactivity for guanine with epoxides: Estimating the hard and soft acids and bases (HSAB) parameter as a predictor. Chem. Res. Toxicol. 29, 841-850
9. 2015- Lajovic, A.; Nagy, L.D.; Guengerich, F.P.; Bren, U. Carcinogenesis of urethane: Simulation

versus experiment. Chem. Res. Toxicol. 28, 692-701
10. 2017- Liu, H.; Cui, B.; Xu, Y.; Hu, C.; Liu, Y.; Qu, G.; Li, D.; Wu, Y.; Zhan, D.; Quan, S.; et al. Ethyl carbamate induces cell death through its effects on multiple metabolic pathways. Chem. Biol. Interact. 277, 35-38

Application of gas chromatography and mass spectrometry in the analysis of ethyl carbamate in wines produced in Azerbaijan

Movlud Huseynov[1], Anar Mammadli [2]
[1,2] Azerbaijan State University of Economics (UNEC)
[1,2] Departament of "Economics and Technological Sciences"
[1] Associate Professor, Ph.D in Engineering, movlud.huseynov@unec.edu.az
[2] Master student, anar.mamedli660@icloud.com

ABSTRACT

In the article, the determination of ethyl carbamate in grape varieties cultivated according to the favorable microclimate conditions of our country and historically giving great productivity was studied based on gas chromatography and mass spectrometry. As research material, "Bayan Shira" and "Madrasa" grape varieties were evaluated as samples. In the conducted research, the quality and productivity of the products taken as samples were initially studied. The research work on each product was carried out with high accuracy and the result of the research was examined. As you know, ethyl carbamate is a natural food additive that is fermented in wine varieties and also in bakery products. Ethyl carbamate is formed by the reaction of ethanol with urea and is formed in accordance with the course of the fermentation process. According to the course of the chemical reaction, ethyl carbamate in wines is formed by the metabolism of amino acids such as citrulline and arginine under the influence of lactic acid bacteria. The course of the fermentation process is carried out between urea (a metabolite of amino acid in grape skins) and the ethanol produced at the end of the process. In some wine varieties, the reaction between citrulline and ethanol can lead to the formation of ethyl carbamate. As a result of this study, based on the research conducted on "Madrasa" and "Bayan Shira" wine varieties, it was concluded that the influence of light and heat in wine production should be minimized in order to reduce the formation of ethyl carbamate. At the same time, it was recommended to limit the duration of storage along with taking into account these factors in the storage conditions of wine varieties. In the research method, butyl carbamate was also studied along with ethyl carbamate for the sake of higher quality and more productivity in wine varieties. During the study of gas chromatography and mass spectrometry methods to study the amount of ethyl carbamate in wine varieties, the temperature was brought to 45°C. This process was followed in 3 stages for 30, 60 and 90 days, and an increase in ethyl carbamate productivity was found. According to the results of the research, while analyzing the composition of the "Bayan Shira" and "Madrasa" wine varieties produced in Azerbaijan, the main effect on its quality and then on the productivity potential was determined. At this time, the productivity difference of both table and technical wine varieties was compared with the study of ethyl carbamate.

The article dedicated to the analysis of the samples used for the research material was developed with reference to the normative documents of other original articles. Here, the analysis of ethyl carbamate in "Bayan Shira" and "Madrasa" wine varieties was carried out using the gas chromatography method. In the direction of the analysis of literary sources, information on the composition of local wines was examined and reflected in the results.

Keywords: *Winemaking, ethyl carbamate, productivity, fermentation.*

Применение газовой хроматографии и масс-спектрометрии для анализа этилкарбамата в винах, производимых в Азербайджане

Мавлюд Гусейнов[1], Анар Маммадли[2]
[1,2]Азербайджанский Государственный Экономический Университет,
[1,2] Кафедра "Экономических и технологических наук",
[1]Доцент, доктор философии по техническим наукам, movlud.huseynov@unec.edu.az
[2] Магистрант, anar.mamedli660@icloud.com

РЕЗЮМЕ

В статье на основе газовой хроматографии и масс-спектрометрии изучено определение этилкарбамата в сортах винограда, возделываемых в благоприятных микроклиматических условиях нашей страны и исторически дающих большую продуктивность. В качестве материала исследования в качестве образцов были оценены сорта винограда «Баян Шира» и «Мадраса». В проведенных исследованиях изначально изучались качество и продуктивность продукции, взятой в качестве образцов. Исследовательская работа по каждому продукту была проведена с высокой точностью и проверен результат исследования. Как известно, этилкарбамат – это натуральная пищевая добавка, которая ферментируется в сортах вина, а также в хлебобулочных изделиях. Этилкарбамат образуется при реакции этанола с мочевиной и образуется в соответствии с ходом процесса ферментации. По ходу химической реакции этилкарбамат в винах образуется в результате метаболизма таких аминокислот, как цитруллин и аргинин, под влиянием молочнокислых бактерий. Ход процесса ферментации осуществляется между мочевиной (метаболит аминокислоты в кожуре винограда) и этанолом, образующимся в конце процесса. В некоторых сортах вина реакция между цитруллином и этанолом может привести к образованию этилкарбамата. В результате данного исследования на основе исследований, проведенных на сортах вина «Мадраса» и «Баян Шира», был сделан вывод, что влияние света и тепла при производстве вина должно быть сведено к минимуму, чтобы уменьшить образование этилкарбамата. При этом было рекомендовано ограничение продолжительности хранения с учетом этих факторов в условиях хранения сортов вина. В методе исследования наряду с этилкарбаматом изучался также бутилкарбамат с целью повышения качества и большей продуктивности сортов вина. При исследовании методами газовой хроматографии и масс-спектрометрии для изучения количества этилкарбамата в сортах вина температуру доводили до 45°C. Этот процесс проводился в 3 этапа в течение 30, 60 и 90 дней и было обнаружено увеличение производительности этилкарбамата. Анализируя состав вин сортов «Баян Шира» и «Мадраса», производимых в Азербайджане, было определено влияние на его качество, а затем и на потенциал продуктивности. В это время разницу в продуктивности как столовых, так и технических сортов вина сравнивали с исследованием этилкарбамата. Статья, посвященная анализу образцов, использованных для исследования, разработана со ссылкой на нормативные документы других оригинальных статей. По направлению анализа литературных источников были изучены и отражены в результатах сведения о составе местных вин.

Ключевые слова: Виноделие, этилкарбамат, продуктивность, брожение.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1614

TORPAQDAN SÜFRƏYƏ: ƏDVİYYƏLƏRİN İSTEHLAK BAZARINDA SƏYAHƏTİ

Maya Kərimova[1], Leyla Həsənova[2]

[1,2]Azərbaycan Dövlət İqtisadiyyat Universiteti
[1] İqtisad üzrə fəlsəfə doktoru,dosent,Kərimova Maya, **maya_karimova@mail.ru**,
Beynəlxalq Magistr və Doktorantura Mərkəzi,
[2] Magistr,Həsənova Leyla,**lilahasann@mail.ru**.

XÜLASƏ

Məqalədə istehsal bazarlarında realizə olunan ədviyyələrin marketinqindən və onların keyfiyyətinə qoyulan tələblərdən danışılır.Həm yerli həm xarici bazarlarda insanların istifadəsi üçün nəzərdə tutulmuş ədviyyat çeşidləri xeyli artmaqdadır.Buna görə onların təhlükəsizliyinə verilən tələblərin əhəmiyyəti də getdikcə ciddiləşməkdədir.Ədviyyələr artıq sadəcə kulinariyada istifadə edilməyərək,insan sağlamlığı üçün xüsusi rol oynayan maddələr kimi tibbdə də geniş istifadə edilir.Bioloji aktiv əlavələr kimi xeyli faydalarına rastlanan ədviyyələrin satışına apteklərdə də rast gəlinir.Tədqiqatda tibbdə istifadə edilə bilən ədviyyat və ədviyyə qarışıqlarının insan orqanizminə müsbət təsirlərinə də toxunulmuşdur.Say-say bitməyən xeyirli ədviyyə çeşidlərinin həmçinin kosmetologiyada da istifadə edilməsi mümkündür.İnsan tərəfindən müxtəlif məqsədlərlə istifadə edilən bu ədviyyə çeşidlərinin keyfiyyətli olması istehlakçının və istehsalçının əsas məqsədlərindəndir.Faydalı məhsul əldə etmək və istehlakçını keyfiyyətli məhsulla təmin etmək istehsalçının baş hədəfi olmalıdır.Tədqiqat,istehsal zamanı həmçinin saxlanma və qablaşdırılma zamanı ədviyyatlara qoyulan tələbləri araşdıraraq,onlar haqqında danışır.

Zaman keçdikcə,insanların təbii və təmiz məhsullara tələbatı artdıqca ədviyyatlara da ehtiyac artmışdır,bu artan ehtiyac ədviyyatların keyfiyyətinin qarşısında daha yüksək tələblər qoymağa səbəb olmuşdur.Habelə ədviyyatlara yerli kulinariya və ya tibbdə istifadə olunan məhsullardan əlavə olaraq hər bir ölkənin mədəni göstəricisi kimi də baxmaq olar.Asiya ölkələrində ədviyyatlar və onların istifadə edildiyi xüsusi yeməklər həmin ölkələrə xas olaraq xüsusi diqqət çəkir.Bu tip növlərin qidalılıq dəyəri,rəmzi olduqları mənalara da tədqiqatda toxunulmuşdur.Ədviyyələrdən bu məqsədlərlə istifadə edilməsi onun qlobal bazarlarda da nə qədər önəmli olduğunu göstərir.Buna görə də onların düzgün növünün seçilməsi ,analizlərin düzgün aparılması,,markalanması, qablaşdırılması,rəngi,qoxusu və s. bütün göstəriciləri beynəlxalq standartlarla uyğun olmalı və insan sağlamlığı üçün heç bir təhlükəlilik riski daşımamalıdır.

Açar sözlər: *Ədviyyələr,ədviyyat marketinqi,ənənəvi təamlar,keyfiyyət tələbləri,bitkilər,bazar iqtisadiyyatı*

GİRİŞ

İstehlak bazarı, məhsul və xidmətlərin müxtəlif növlər üzrə istifadəçi kütləyə təqdim edilməsi ilə bağlı bazar iqtisadiyyatının ən vacib sahələrindən biridir. Bu bazarda satışa çıxarılan ədviyyələr, həm iqtisadi, həm də mədəni baxımdan mühüm yer tutan məhsullardır. Yalnız mətbəxlərdə istifadə edilməklə yetinməyən ədviyyələr, eyni zamanda sağlamlıq üçün faydalı

xüsusiyyətlərə malik olan və geniş ticarət dövriyyəsi olan məhsullardır. Belə ki, ədviyyələrə son zamanlarda apteklərdə bioloji qida əlavəsi kimi də çox rast gəlinir. Onların immun sisteminə, həzm sisteminə, beyin-qan dövranına müsbət təsiri çoxdur. Ədviyyatların marketinqinin son illərdə bu qədər genişlənməsinin başqa bir faktoru da onların kosmetologiya sahəsində də geniş işlədilməsidir. Son illərdə istehlakçıların daha təbii, ekoloji cəhətdən təmiz və keyfiyyətli məhsullar axtarması ilə ədviyyələrə olan tələbat artmış, bu da həmin məhsulların bazarda yerini möhkəmləndirmişdir. Adı çəkilən bütün sahələr üzrə ədviyyələrin satışının artması onların çeşidlərinə olan tələbatı artırdıqca, bazarda istehsalçılar arasında rəqabətin artması və bu səbəblə daha keyfiyyətli məhsulların bazara çıxarılması müşayiət edilmişdir.

Ədviyyə bazarının inkişafı ilə əlaqədar olaraq, məhsulun marketinqi və keyfiyyətə nəzarət sahələri daha da önəmli hala gəlmişdir. Ədviyyələrin bazara təqdim edilməsi yalnız reklam və satış strategiyalarına əsaslanmır, eyni zamanda onların keyfiyyətinin və təhlükəsizliyinin təmin edilməsi də vacibdir. Bu sahədə keyfiyyət ekspertizası, istehlakçıların doğru və sağlam məhsullar almasını təmin etməklə yanaşı, bazarda ədviyyələrinetibarlılığını və nüfuzunu da artırır. Ədviyyatların həm orqanoleptik göstəricilərinin, həm də kimyəvi göstəricilərinin yoxlanılması mütləq formada aparılmalı və bazara çıxarılmazdan əvvəl standartlara uyğunluğu yoxlanılmalıdır.

Hədəf

Bu sahədə atılan addımlar bazara çıxarılan məhsulların həm istehlakçı, həm də istehsalçı üçün problemsiz olması məqsədini güdür. Ədviyyat məhsulları təbii mənşəli olub dünyanın bir çox ölkələrində diqqəti özünə çəkməklə, xeyli tələbat görmüşdür. Bir çox insan tərəfindən istifadə edilən bu qida məhsulunun keyfiyyətinə qoyulan tələblərə uyğunluğu da bir o qədər mühüm əhəmiyyət kəsb edir.Bu qədər tələbatı öz üzərinə çəkmiş ədviyyat və ədviyyə qarışıqlarının tərkiblərinin təmizliyinin yoxlanılması,istehsal zamanı müxtəlif normativlərə uyğunluğu, saxlanılma və qablaşdırma zamanı standartlara müvafiqliyi mütləq formada yoxlanılmalı və insanların istifadəsi üçün təhlükəsiz məhsul əldə edilməlidir.

Ədviyyələrin yeməklərə qatdığı unikal dadlar

Ədviyyələr yalnız yeməklərə dad qatmaqla kifayətlənmir, həm də onları aromatik, vizual və hətta sağlamlıq baxımından müsbət xüsusiyyətlərlə təmin edir. Hər bir ədviyyə özünəməxsus ləzzət və qoxu ilə mətbəxdə yeni bir təcrübə yaradır və yeməklərin çeşidini daha zəngin və çoxşaxəli edir.

Başlıca müsbət xüsusiyyətlərindən biri ədviyyələrin yeməklərə qatdığı dad və aroma xüsusiyyətləri böyük rol oynayır. Qara bibər, kimyon, darçın, zəfəran və s. kimi ədviyyələr yeməklərin dadını dərinləşdirərək, onları həm mülayim, həm də zərif ləzzətlərlə zənginləşdirir. Bu ləzzətlərin sintezi, aşpazların ənənəvi reseptlərə yeniliklər gətirərək unikal və qeyri-adi dad kombinasiyaları yaratmasına imkan verir. Yeməyin ilkin təəssüratında ədviyyələrin yaydığı qoxu, dada keçid edən əvəzolunmaz bir element kimi çıxış edir.

Ədviyyələr dad üçün istifadə edilməklə yanaşı yeməklərə vizual estetika əlavə edir, onlar yeməklərin rəng palitrasını canlandırır və gözəlliyini artırır. Məsələn, zəfəranın qatdığı parlaq sarı rəng və ya qırmızı bibərin vurğu verdiyi rəng tonları, yeməyin yalnız dada deyil, həm də gözəlliyə dəyər verməsini təmin edir. Bu cür vizual cazibədarlıq,yeməyi təqdim edərkən istehlakçının marağını artırır və yemək təcrübəsini daha unudulmaz edir.

Bundan əlavə, ədviyyələrin sağlamlığa olan müsbət təsirləri də onların istifadə olunmasına əhəmiyyətli təkan verir. Bir çox ədviyyə antioksidant xüsusiyyətləri ilə seçilir, beləliklə yeməklərin tərkibinə daxil edildikdə orqanizmin müdafiə sistemini gücləndirməyə, həzm prosesini tənzimləməyə və ümumi sağlamlığı dəstəkləməyə kömək edir. Zəncəfil, sarımsaq və darçın kimi ədviyyələr, həm ənənəvi mətbəxlərin, həm də müasir qidalanma tərzinin ayrılmaz hissəsinə çevrilib.

Nəhayət, ədviyyələr mətbəxdə yaradıcılığın və eksperimentin açarıdır. Müxtəlif ədviyyə növlərinin birləşdirilməsi, aşpazlara özlərinə məxsus unikal reseptlər və ləzzət kombinasyonları yaratmaq imkanı verir. Bu, həm ənənəvi yeməklərin, həm də innovativ kulinariya təcrübələrinin yaranmasına səbəb olur və hər bir yeməyi xüsusi və fərdi edir. Həm yerli, həm də beynəlxalq mətbəxlərdə ədviyyələrin rolu, onların mədəni və tarixi dəyərlərini də özündə əks etdirir.

Ümumilikdə, ədviyyələrin yeməklərə qatdığı unikal xüsusiyyətlər, onların dad, aroma, rəng və sağlamlıq baxımından çoxşaxəli təsirindən irəli gəlir. Onlar yalnız yeməyi dadlandırmır, həm də onun təqdimatını və qida dəyərini artıraraq, mətbəx sənətinin ən incə detallarını ön plana çıxarır. Bu səbəbdən, ədviyyələr mətbəxin ayrılmaz bir parçası olmaqla, həm ənənəvi, həm də müasir qida mədəniyyətində xüsusi yer tutur**.**

Ədviyyələrin qidalılıq dəyəri

Azərbaycan mədəniyyətində ədviyyatlar həm də müxtəlif adət-ənənələrin ayrılmaz hissəsi kimi mühüm rol oynayır. Xalq mətbəxində zəfəran, zirə, sumaq, hil, darçın və qara istiot kimi ədviyyatların yeməklərə xüsusi dad qatmaqla yanaşı, tarixi və simvolik mənası da var. Plovun üzərinə əlavə edilən zəfəran bolluq və bərəkəti təmsil edir, dolmalara əlavə olunan sumaq ona turşməzə dad verməklə yanaşı, xalq arasında qədimdən bəri sağlamlığa faydalı hesab olunur. Şirniyyatlarda geniş istifadə olunan darçın və hil xüsusi ətir verərək, bayram süfrələrini daha yadda qalan edir. Novruz bayramında hazırlanan paxlava, şəkərbura və şorqoğalda hil və darçının işlədilməsi, bu bayramın qədim kökləri ilə bağlıdır. Toy və digər şənliklərdə zəfəranlı plov süfrəyə verildikdə bu, xoşbəxtlik və firavanlıq rəmzi kimi qəbul edilir. Ədviyyatlar xalq təbabətində də geniş yer alıb, məsələn, qara zirə immun sistemini gücləndirən vasitə, zəncəfil soyuqdəyməyə qarşı ənənəvi müalicə üsulu kimi tanınır. Azərbaycan çay mədəniyyətində də ədviyyatlar mühüm yer tutur, xüsusilə qonaq pərvərlik ənənəsində hil və darçınlı çay təqdim edilməsi adət halını alıb. Ədviyyatlar dini və mistik inanclarda da istifadə olunur, bəzi inanclara görə, onların xüsusi enerjisi var və insanı pis təsirlərdən qoruyur. Azərbaycan mədəniyyətində ədviyyatlar həm mətbəx, həm təbabət, həm də mənəvi dünyada dərin iz qoymuşdur.

Ədviyyatlar hətta psixoloji durumumuzu formalaşdıran təbii bioaktiv komponentlərdir. Onların qoxusu və dadı beynin müxtəlif sahələrində reaksiyalar doğurur, yaddaş, emosional vəziyyət və hətta iştah mexanizmlərinə təsir edir. Ədviyyatların sensor təsiri əsasən uçucu aromatik birləşmələrdən və dad reseptorlarını stimullaşdıran aktiv maddələrdən asılıdır. Məsələn, zəfəranın əsas komponentlərindən biri olan safranal, beyində serotonin səviyyəsini artıraraq əhvali-ruhiyyəyə müsbət təsir göstərir. Vanilin xoş və sakitləşdirici təsiri ilə stresi azaldan neyrotransmitterlərin fəaliyyətini stimullaşdıra bilir. Kapsaisin isə ağrı reseptorlarını aktivləşdirərək endorfinlərin ifrazını artırır və bədənə istilik hissi bəxş edir.

Ədviyyatların qoxu və dadının beyində yaratdığı assosiasiyalar isə əsasən limbik sistem və hippokampus kimi bölgələrlə əlaqəlidir. Bu səbəbdən bəzi ətirlər və dadlar insanda nostalji hisslər doğura bilər. Məsələn, hil və keşniş kimi ədviyyatlar bəzi insanlar üçün uşaqlıq xatirələrini canlandırır, darçının qoxusu isə qış və bayram mövsümləri ilə əlaqələndirilir.

Ədviyyatlar təkcə kulinariya sahəsində deyil, həm də aromaterapiya və funksional qidalanmada istifadə edilir. Onların beyinə və bədənə təsiri, dad və qoxu reseptorları vasitəsilə baş verən biokimyəvi reaksiyalar, eləcə də qida psixologiyası baxımından mühüm tədqiqat mövzularındandır. Ədviyyatların bu kompleks təsirləri onların qastronomiya və elmdə xüsusi yer tutmasını təmin edir.

Nəticə

Məqalədə Azərbaycanda ədviyyatların bazar iqtisadiyyatında rolu və onların keyfiyyətinə olan tələblər müzakirə olunur. Son illərdə ədviyyatlara olan tələbat artmış və bu məhsullar yalnız kulinariyada deyil, həm də tibbdə və kosmetologiyada geniş istifadə edilməyə başlanmışdır. Tədqiqatda ədviyyatların bioloji aktiv əlavələr kimi insan sağlamlığına müsbət təsirləri və kosmetologiyada istifadəsi də qeyd olunub. Ədviyyatların keyfiyyəti istehlakçılar və istehsalçılar üçün əsas prioritetdir, çünki yalnız yüksək keyfiyyətli məhsullar təhlükəsiz və faydalıdır. Məqalədə ədviyyatların düzgün seçimi, analizi, qablaşdırılması və marketinqi haqqında da ətraflı məlumat verilmişdir. Həmçinin, ədviyyatların qida dəyəri və mədəni simvolikası da tədqiqatda qeyd olunmuş, onların həm mətbəxlərdə, həm də müxtəlif sahələrdə əhəmiyyətli rol oynadığı vurğulanmışdır.

ƏDƏBİYYAT:

1. W. S. Author, “Quality Control in the Spice Industry,” Spices Journal, vol. 12, no. 3, pp. 123-130, Mar. 2018. https://doi.org/10.21467/ajgr
2. J. Smith, “Global Spice Market Trends and Strategies,” Global Market Review, vol. 24, no. 5, pp. 45-50, May 2019. https://doi.org/10.21467/gmr
3. R. Roe, “Ensuring Safety and Quality in Spices,” Food Safety Journal, vol. 6, no. 2, pp. 78-85, Feb. 2020. https://doi.org/10.21467/fsj
4. E. Davis, “Marketing Strategies for the Spice Industry,” Marketing Insights, vol. 14, no. 7, pp. 200-210, Jul. 2021. https://doi.org/10.21467/mi
5. Wubalem, G. A seminar review on hot red pepper (Capsicum) production and marketing in Ethiopia. Cogent Food Agric. 5, 2–11. https://doi.org/10.1080/23311932.2019.1647593 (2019).
6. C.Schlossareck, C. R.-. (2020). Consumer sensory evaluation of aftertaste intensity and liking of spicy paneer cheese. International Journal of Food. https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ijfs.14524

From Farm to Fork:The Journey of Spices in the Consumer Market

Maya Karimova[1], Leyla Hasanova[2]
[1,2]Azerbaijan State University of Economics (UNEC)
[1] Doctor of Economic Sciences,İnternational Master and Doctoral Center, **maya_karimova@mail.ru**
[2] Master student,**lilahasann@mail.ru**.

ABSTRACT

The article discusses the marketing of spices sold in the production markets and the requirements for their quality. The variety of spices intended for human consumption is increasing significantly in both local and foreign markets. Therefore, the importance of the requirements for their safety is becoming increasingly serious. Spices are no longer used only in cooking, but are also widely used in medicine as substances that play a special role in human health. Spices, which have many benefits as biologically active additives, are also sold in pharmacies. The study also touches on the positive effects of spices and spice mixtures that can be used in medicine on the human body. It is possible to use an endless number of beneficial spice varieties in cosmetology. The quality of these spice varieties used by humans for various purposes is one of the main goals of the consumer and the manufacturer. Obtaining a useful product and providing the consumer with a quality product should be the main goal of the manufacturer. The study examines the requirements placed on spices during production, as well as during storage and packaging, and talks about them.

Over time, as people's demand for natural and pure products has increased, the need for spices has also increased, and this growing need has led to higher demands on the quality of spices. In addition to products used in local culinary or medical purposes, spices can also be viewed as a cultural indicator of each country. In Asian countries, spices and special dishes in which they are used attract special attention, specific to those countries. The nutritional value of these types of species and their symbolic meanings were also touched upon in the study. The use of spices for these purposes shows how important they are in global markets. Therefore, choosing the right type, conducting proper analyzes, labeling, packaging, color, smell, etc. all indicators must comply with international standards and must not pose any risk of danger to human health.

Keywords: *Seasonings,spicy marketing,cultural tastes,quality requirements,herbs and plants, market economy*

От фермы до стола: Путешествие специй на потребительском рынке

Мая Керимова[1], Лейла Хасанова[2]
[1]Доктор экономических наук, Международный мастер и докторский центр **maya_karimova@mail.ru**
[2]Магистр, **lilahasann@mail.ru**
[1,2]Азербайджанский государственный экономический университет (UNEC)

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается маркетинг специй, реализуемых на производственных рынках, и требования к их качеству. Разнообразие специй, предназначенных для потребления человеком, значительно увеличивается как на внутреннем, так и на внешнем

рынках. Поэтому все более серьезным становится значение требований к их безопасности. Специи уже не используются только в кулинарии, но и широко используются в медицине как вещества, играющие особую роль в здоровье человека. Специи, которые имеют множество преимуществ как биологически активные добавки, также продаются в аптеках. Исследование также затрагивает положительное влияние специй и смесей специй, которые могут использоваться в медицине, на организм человека. В косметологии возможно использование бесконечного количества полезных сортов специй. Качество этих сортов специй, используемых человеком в различных целях, является одной из главных целей потребителя и производителя. Получение полезного продукта и предоставление потребителю качественного продукта должно быть главной целью производителя. В исследовании рассматриваются требования, предъявляемые к специям при производстве, а также при хранении и упаковке, и говорится о них.

Со временем, по мере того, как увеличивался спрос людей на натуральные и чистые продукты, увеличивалась и потребность в специях, и эта растущая потребность привела к повышению требований к качеству специй. Помимо продуктов, используемых в местных кулинарных или медицинских целях, специи также можно рассматривать как культурный индикатор каждой страны. В азиатских странах специи и особые блюда, в которых они используются, привлекают особое внимание, характерное для этих стран. В исследовании также затрагивались пищевая ценность этих видов и их символическое значение. Использование специй в этих целях показывает, насколько они важны на мировых рынках. Поэтому выбор правильного типа, проведение надлежащих анализов, маркировка, упаковка, цвет, запах и т. д. Все показатели должны соответствовать международным стандартам и не представлять опасности для здоровья человека.

Ключевые слова: *Специи, маркетинг специй, традиционные продукты питания, требования к качеству, растения, рыночная экономика*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1620

QURU TOXUMLARIN SƏPINDƏN ƏVVƏL γ ŞÜALARLA IŞLƏNMƏSININ DUZ (NACL) STRESINƏ ADAPTASIYASINDA ROLUNUN ÖYRƏNILMƏSI

Fariz Əmirli[1], Nərmin Quliyeva[2], Nərgiz Ömərova[3], Firəngiz Rəhimova[4], Samirə Bayramova[5], Aynur Məmmədova[6], Günel Əzizova[7], Könül İrəvanlı[8], Vüsalə Rzayeva[9], Quliyeva Günel[10]

[1,2,3,4,5,6,7,8,9] Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan
[2] AR ETN Radiasiya Problemləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan
[1] http://orcid.org/0000-0002-9095-2982
[2] guliyevanarmin.1991@gmail.com
[3] http://orcid.org/0000-0002-8721-1059
[4] http://orcid.org/0000-0002-7626-1472
[5] http://orcid.org/0000-0001-8142-3483
[6] http://orcid.org/0000-0002-1938-1320
[7] http://orcid.org/0000-0003-1913-4554
[8] http://orcid.org/0000-0002-9696-0887
[9]http://orcid.org/0000-0003-4352-099X
[10]https://orcid.org/0009-0004-1253-770X

XÜLASƏ

Aşağı dozalı radiasiya şüalanmasının bitkilərin abiotik streslərə qarşı müqavimətinin öyrənilməsi son zamanlar ətraf mühitdə baş verən deqradasiya səbəbindən tədqiqatçıların xüsusi diqqətini çəkmişdir. Tədqiqat işində şüalanmış toxumların duz (NaCl) stresi şəraitində inkişafı nəzərdən keçirilmişdir. Müxtəlif dozalı γ şüalanma zamanı bitkilərin aşağı dozalarda daha çox müqavimət qazandığı müəyyən olunmuşdur. Şüalanmış toxumların duz stresinə cavab reaksiyalarını öyrənmək üçün MDA və H_2O_2 –nin miqradı ilə yanaşı eyni zamanda antioksidan ferment olan katalaza fermentinin fəallığına baxılmışdır.Tədqiqatımızn nəticəsi göstərir ki, toxumların səpindən əvvəl 10 Qr şüalanma dozasında işlənməsi zamanı nisbətən aşağı duz konsentrasiyalarında (1-10mM) MDA, H_2O_2 və katalazanın miqdarının dəyişməsi oksidləşdiri stresin azalmasını göstərə bilər. Biz güman edirik ki, toxumların səpindən əvvəl 10 Qr şüalanma dozasında işlənməsi 1-10 mM duz (NaCl) konsentrasiyasında bitkilərin şoranlaşmaya qarşı müqavimətini artıra bilər.

Açar sözlər: *MDA, H_2O_2, Katalaza Phaselus vulgaris L., , radiasiya, NaCl, stres, adaptasiya.*

GİRİŞ

Məlumdur ki, aerob orqanizmlərdə stres şəraitində hüceyrələrdə bir sıra proseslər baş verir. Bu proseslərdən biri də akriv oksigen radikallarının (AOR) əmələ gəlməsidir. Çoxsaylı araşdırmalardan məlum olmuşdur ki, bitkilərdə normadan artıq AOR əmələ gəlməsi bitkilərin oksidləşdirici stresə düşməsinin başlıca göstəricilərindəndir. Araşdırmalardan aydın olur ki, MDA və H_2O_2 - nin miqdarının dəyişməsini öyrənməklə oksidləşdirici stresin bitkilərə necə təsir etdiyini müəyyən etmək mümkündür [1].

Nə üçün bitkilərdə stresin təsini öyrənmək üçün məhs MDA və H_2O_2 kimi AOR öyrənilməsi vacib hesab olunur? Bitkilər stresə düşdükləri andan etibarən ətraf mühitə cavab olaraq mürəkkəb bir siqnal şəbəkəsi yaradırlar. Bu zaman bitkilərdə müxtəlif maddələr və zülallar sintez olunmağa başlayır. Son illərin araşdırmalarından məlumdur ki, H_2O_2 bitkilərdə yaranan bu siqnal sistemində ötürmə rolunu oynayır.[6] Aydındır ki, bitkilərin normal həyat şəraitlərində AOR-ı əmələ gəlir. Lakin bitkilər bu radikalları antioksidantlar vasitəsi ilə tənzimləyə bilirlər. Stres şəraitində isə bu radikalların əmələ gəlmə sürəti normal şəraitdən dəfələrlə çox olur və bu da toksik balansın pozulasına gətirib çıxardır.[3]

Stres şəraitində bitkilər də daxil olmaqla hər bir canlı orqanizmdə lipidlərin peroksid oksidləşməsi (LPO) kimi ən dağıdıcı proseslər başlayır. Bu proses zamanı hüceyrə membranlarının dağılması və bu zaman hüceyrələrin məhv olması, bununla da əlaqədar olaraq orqanların və eyni zamanda tamamilə canlı orqanizmin məhvinə gətirib çıxardır.[10] Bitkilərdə bu reaksiaların qarşısını almaq üçün antioksidant olaraq SOD, KAT kimi fermentlər iştirak edir. Eyni zamanda bitki hüceyrələrində piqmentlərin həyəcanlanmasının qarşısını almaq üçün karotinoidlər, askorbat və s. kimi birləşmələr fəaliyyətə başlayır. Membranların zədələnməsini müxtəlif parametrlərdən istifadə etməklə öyrənmək olar.[2]

Katalaza H_2O_2 –in suya və sərbəst oksigenə parçalanma reaksiyasını kataliz edir. Katalaza H_2O_2-nin aşağı qatılıqlarında reaksiyanı yalnız əlavə hidrogen donorları (buna misal olaraq etanol, qarışqa və ya askorbin turşuları) olduqda kataliz edə bilər.[9] Bitki orqanizmlərində KAT ağır metalların təsirinə məruz qalma,duz, radiasiya və s. kimi amillərin yaratdığı oksidləşdirici stresdən fermentativ qorunmanın ilkin mərhələsində mühüm rola malikdir.[12]

Qeyd etdiyimiz kimi canlı hüceyrələrdə molekulyar oksigenin iştirakı ilə baş verən bütün proseslərdə AOR –rı yaranır. Bu zaman AOR –rı zülallarla qarşılıqlı təsirdə olaraq onların denaturasiyasına, lipidlərlə qarşılıqlı təsir zamanı isə LPO –nin əmələ gəlməsinə səbəb olur[9]. Bu zaman proseslərin son məhsulu olan MDA –nın miqdarına əsasən canlı hüceyrələrin membranlarında baş verən zədələnmələr haqqında fikirlər irəli sürə bilirik. Bununla da MDA bitkilərin stresə davamlılığının əsas göstəricilərindən biri hesab olunur.[4]

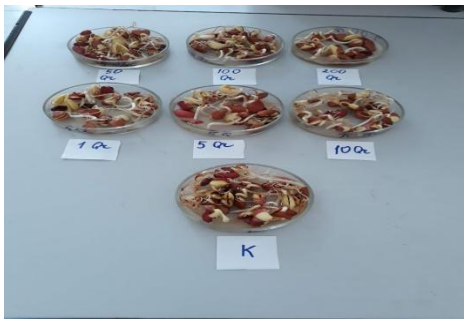
Kiçik dozalarda şüalanma intensivliyinin artması bitki menmbarlarını zədələsə də tam dağıda bilmir. Lakin irimiqyaslı şüalanma dozalarında isə hüceyrə membranının quruluşunun tamamilə pozulmasına gətirib çıxardır.[8]

MƏQSƏD

Tədqiqatın məqsədi quru toxumların şüalanmasından alınan cücərtilərin duz stresi şəraitində yetişdirilməsi zamanı baş verən adaptasiya reaksiyalarını öyrənməkdən ibarətdir. Bunun üçün müxtəlif adaptiv fermentlərin müqaisəli tədqiqi aparılmışdır.

MATERİAL və METODLAR

Paxlalı bitkilərin zülal tərkibinin zənginliyini nəzərə alaraq onların artırılması ərzaq təhlükəsizliyinin aradan qaldırılmasında böyük rol oynayır. Duz stresinin toxumları γ şüalarla işlənmiş lobya bitkisinə necə təsir etdiyini araşdırmışıq. Tədqiqatımızın məqsədinə çatmaq üçün adi lobya (Phaselus vulgaris L.) bitkisinin quru toxumlarından istifadə olunmuşdur. Radiasiya Problemləri İnstitutunun "İzotop mənşəli Şüa Mənbələri" elmi təcrübə şöbəsində RUXUND 20.000-şüalandırma qurğusunda (Co60-şüalanma mənbəyi) müxtəlif doazalarda (1, 5, 10, 50, 100 və 200 Qr) şüalandırılmış lobya toxumları sterlizə edilmiş petri çaşkalarında isladılaraq termostatda qaranlıq mühitdə cücərdilmişdir.





Şəkil 1. Şüalanmış toxumların cücərdilmə prosesi

Alınan cücərtilərin hər biri 1, 5, 10, 50 və 100 mM NaCl məhlulu əlavə olunmuş 400 ml – lik vegetasiya qablarına köçürülmüşdür. Bu zaman temperaturu 25-28ºC olan süni iqlim kamerasında yerləşdirilmişdir.




Şəkil 2: Vegetasiya qablarına köçürülmə və cücərmə prosesi

Tədqiqatlqrın aparılması üçün preparatın hazırlanması zamanı 5, 10 və 15 günlük bitkilərdən alınan yarpaqlardan istifadə olunmuşdur. Götürülmüş nümunələr distillə suyu ilə yuyulmuş, filtr kağızı ilə qurudulmuşdur. KAT –nın aktivliyini təyin etmək üçün götürülən 1 q bitki yarpağı üzərinə 10 ml, 50 mM fosfat buferi (pH7) əlavə edilməklə homogenizasiya olunmuşdur.[14] Alınan homogenat filtasiya olunduqdan sonra 8000 dövr 10 dəq müddətində çökdürülmüşdür. Alınan çöküntü atılmış və ferment ekstraktı fermentin aktivliyinin təyini üçün istifadə olunmuşdur. Ferment ekstaktı üzərinə digər bufer məhlullar əlavə olunduqdab sonra 240nm dalğa uzunluğunda spektrofotometrdə optik sıxlığı müəyyən edilmişdir. [5]

Malondialdehidin miqdarının təyin etmək üçün götürülmüş nümunə üzərinə 20 ml 0,1%-li 3-xlorsirkə turşusu əlavə olunaraq homogenizasiya aparılmışdır. Bu mərhələdə alınan homogenat 10 dəq 12000 dövr çökdürüldükdən sonra alınan ferment ekstraktı üzərinə tərkibində 0,5%-li TBT ilə 4 ml 20%-li 3-xlorsirkə turşusunun qarışığı əlavə olunmuşdur. Qarışıq yenidən 10 dəq 12000 dövr çökdürüldükdən sonra spektrofotometrdə 532 və 600 nm-də supernatantın optiki sıxlığı təyin olunmuşdur.[7]

H_2O_2-nin miqdarının təyini üçün 0,5 q yarpaq nümunəsi götürülmüş və üzərinə 5 ml 0,1%-li 3-xlor sirkə turşusu əlavə olunaraq homogenizasiya edilmişdir. Alınan homogenat 12000 dövr 15 dəq sentrifuqasiya olunduqdan sonra çöküntü atılmışdır. Çöküntüüstü mayedən 0,5 ml götürülərək üzərinə 0,5 ml 10 mM kaliumfosfat bufer məhlulu, pH 7,0 və 1 ml 1 M KCl məhlulu əlavə edildikdən sonra 390 nm dalğa uzunluğunda spektrofotometrdə qarışığın absorbsiyası

ölçülmüşdür.[13]

NƏTİCƏLƏR

Tədqiqat məqsədi ilə lobya bitkisinin quru toxumları 3 optimal şüalanma dozasında (5, 10, 50 Qr) şüalandırılmışdır. Daha sonra toxumlar cücərdilmişdir. Alınmış cücərtilərin hər biri ayrı-ayrılıqda 1, 5, 10 və 50 mM NaCl qatılıqlarında əkilmişdir. Əmələ gələn cücərtilərdə vegetasiyanın 5,10 və 15 günlük dövrlərində yuxarıda adlarını qeyd etdiyimiz fizioloji biokimyəvi parametrlər tədqiq olunmuşdur.

Məlum olmuşdur ki, lipidlərin peroksid oksidləşməsinin (LPO-nun) məhsulu olan MDA-nın miqdarı daha çox duzun qatılığından asılıdır. Belə ki, lobya bitkisinin inkişafının 15-ci günü MDA-nın miqdarı γ-şüalanmanın aşağı dozalarında (1 Qr) və yüksək NaCl (50 mM) qatılığında yüksək miqdara, γ-şüalanmanın yüksək dozalarında (50 Qr) isə aşağı NaCl (1 mM) qatılığında daha az miqdara malik olmuşdur. Hesab etmək olar ki, bitki ikili stresin təsiri altında özünü tək stresin təsiri altındakı kimi aparır.

Lobya yarpaqlarında zülalların, intermediatların miqdarının və H^+-nasosların aktivliyinin radiasiya dozalarının və NaCl-un müxtəlif qatılıqlarının kombinativ təsiri şəraitində dəyişmə dinamikasının tədqiqi

Variant	5 günlük bitki				10 günlük bitki				15 günlük bitki			
	H^+-ATF-aza	C zülal, (mq/ml)	MDA	Prolin	H^+-ATF-aza	C zülal, (mq/ml)	MDA	Prolin	H^+-ATF-aza	C zülal, (mq/ml)	MDA	Prolin
Kontrol	$0.19\cdot10^{-6}$	14.78	0.298	19.6	$0.32\cdot10^{-5}$	15.56	0.254	14.2	$0.31\cdot10^{-5}$	16.9	0.271	14.9
5 Qr+1 mM	$0.09\cdot10^{-5}$	13.03	0.095	21.3	$0.35\cdot10^{-4}$	14.58	0.131	20.2	$0.1\cdot10^{-3}$	15.2	0.168	21.3
5 Qr+5 mM	$0.22\cdot10^{-5}$	13.58	0.143	21.6	$0.43\cdot10^{-4}$	12.12	0.239	23.7	$0.22\cdot10^{-3}$	15.8	0.227	24.8
5 Qr+10 mM	$0.62\cdot10^{-5}$	13.12	0.166	22.0	$0.28\cdot10^{-4}$	12.09	0.172	26.9	$0.19\cdot10^{-3}$	14.9	0.171	28.1
5 Qr+50 mM	$0.71\cdot10^{-5}$	14.51	0.169	22.0	$0.14\cdot10^{-4}$	14.92	0.172	26.8	$0.1\cdot10^{-3}$	15.1	0.168	28.8
Kontrol	$0.19\cdot10^{-6}$	14.78	0.298	19.6	$0.32\cdot10^{-5}$	15.56	0.254	14.2	$0.31\cdot10^{-5}$	16.9	0.271	14.9
10 Qr+1 mM	$0.65\cdot10^{-5}$	14.21	0.127	17.0	$0.86\cdot10^{-5}$	15.41	0.156	16.8	$0.38\cdot10^{-3}$	16.22	0.126	18.2
10 Qr+5 mM	$0.71\cdot10^{-5}$	14.21	0.162	16.5	$0.23\cdot10^{-5}$	15.62	0.169	17.1	$0.27\cdot10^{-3}$	15.49	0.145	18.1
10 Qr+10 mM	$0.86\cdot10^{-5}$	14.44	0.177	16.0	$0.55\cdot10^{-4}$	14.93	0.196	17.6	$0.41\cdot10^{-3}$	15.11	0.133	18.8
10 Qr+50 mM	$0.88\cdot10^{-5}$	14.51	0.181	16.6	$0.48\cdot10^{-4}$	14.90	0.175	17.6	$0.07\cdot10^{-3}$	14.86	0.159	19.4
Kontrol	$0.19\cdot10^{-6}$	14.78	0.298	19.6	$0.32\cdot10^{-5}$	15.56	0.254	14.2	$0.31\cdot10^{-5}$	16.9	0.271	14.9
50 Qr+1 mM	$0.91\cdot10^{-6}$	17.22	0.223	19.11	$0.6\cdot10^{-4}$	16.11	0.285	19.6	$0.39\cdot10^{-3}$	14.54	0.227	20.7
50 Qr+5 mM	$0.81\cdot10^{-6}$	17.1	0.247	19.12	$0.66\cdot10^{-4}$	15.53	0.241	18.7	$0.08\cdot10^{-3}$	14.11	0.186	19.9
50 Qr+10 mM	$0.86\cdot10^{-6}$	16.83	0.279	18.61	$0.78\cdot10^{-4}$	15.04	0.228	18.4	$0.08\cdot10^{-3}$	13.96	0.193	21.7
50 Qr+50 mM	$0.86\cdot10^{-6}$	16.47	0.296	19.2	$0.66\cdot10^{-4}$	16.72	0.243	19.2	$0.89\cdot10^{-3}$	16.21	0.132	22.1

Qeyd; C_{H^+} - mkekv/saat, H_2O_2-mkM/ml; K – kontrol, MDA-malondialdehid- mM/ml;. Dəqiqlik göstəricisi 3%-dən azdır

Belə ki, γ-şüalanma dozası aşağı olanda bitki özünü duz stresi şəraitində olduğu kimi aparır. Duzun qatılığının aşağı qiymətlərində isə bitki özünü, bəzi fizioloji-biokimyəvi prosesləri yüksək γ şüalanma dozalarının təsirinə uyğunlaşdırmaqla, radiasiya stresinin təsirinə məruz qalmış orqanizm kimi aparır.

Lipidlərin Peroksid Oksidləşməsinin son məhsulu olan MDA-nın miqdarı üçün zaman keçdikcə əvvəlcə zəif artma, sonra isə azalma tendensiyası xarakterikdir.İkili stres şəraitində inkişafın 5-ci günü hər bir radiasiya dozasında MDA –nın miqdarı NaCl-un qatılığından asıllı olaraq qatılıq artdıqca, tədricən artmışdır. 10 və 15-ci günlər isə 5 Qr + 5 mM NaCl variantında ən yüksək həddə olmuşdur. 10 Qr-ə bərabər qamma şüalanma dozasında vegetasiyanın ilk 5 günü ərzində duzun qatılığı artdıqca, MDA-nın da miqdarı artmışdır. 10 günlükdə 10 Qr + 10 mM NaCl, 15 günlüksə isə 10 Qr + 50 mM NaCl kombinasiyalarında MDA ən yüksək qiymətə malik olmuşdur. [11]

Lobya yarpaqlarında KAT, PK-aza, OAD-aza və NAD-MDH fermentlərinin aktivliyinin radiasiyanın müxtəlif dozalarının və NaCl-un müxtəlif qatılıqlarının kombinativ təsiri şəraitində dəyişmə dinamikasının tədqiqi

Variant	5 günlük bitki				10 günlük bitki				15 günlük bitki			
	KAT	PK	OAD	NAD-MDH	KAT	PK	OAD	NAD-MDH	KAT	PK	OAD	NAD-MDH
Kontrol	0.50	2.69	5.63	1.01	0.43	3.02	4.16	0.63	0.59	2.54	2.89	1.16
5 Qr+1 mM	1.28	3.53	8.65	2.32	1.14	3.26	5.83	1.74	1.51	3.08	4.71	1.65
5 Qr+5 mM	2.26	3.66	8.90	2.28	2.31	3.52	7.07	2.60	2.80	3.33	5.16	1.66
5 Qr+10 mM	2.39	3.96	9.50	2.59	2.59	3.84	8.42	2.92	3.31	3.64	7.41	1.94
5 Qr+50 mM	6.42	6.07	14.8	4.26	5.40	5.0	11.63	3.58	6.56	3.87	7.49	2.08
Kontrol	0.50	2.69	5.63	1.01	0.43	3.02	4.16	0.63	0.59	2.54	2.89	1.16
10 Qr+1 mM	1.62	3.76	8.98	1.52	1.33	3.67	3.76	1.56	1.40	3.31	2.97	1.56
10 Qr+5 mM	3.90	4.12	9.23	1.67	3.02	3.58	3.73	1.66	3.20	3.54	3.30	1.83
10 Qr+10 mM	2.69	4.19	9.23	1.78	3.37	3.91	7.49	1.48	3.41	3.87	3.50	2.06
10 Qr+50 mM	5.64	4.29	9.23	1.90	5.84	3.98	7.60	2.15	6.22	3.78	3.56	2.55
Kontrol	0.50	2.69	5.63	1.01	0.43	3.02	4.16	0.63	0.59	2.54	2.89	1.16
50 Qr+1 mM	1.76	2.71	7.18	1.95	1.99	3.40	4.83	2.48	2.47	3.60	4.59	3.18
50 Qr+5 mM	2.56	2.91	8.44	2.12	2.93	3.68	5.0	2.76	3.31	3.78	4.79	3.61
50 Qr+10 mM	2.91	3.15	8.62	2.35	3.42	3.91	6.19	3.13	3.9	4.18	6.06	4.22
50 Qr+50 mM	5.81	3.58	8.93	2.58	6.96	4.07	6.33	3.58	7.15	4.75	5.44	4.44

Qeyd: KAT - mkmol H_2O_2·mq^{-1}zülal·$dəq^{-1}$; NAD-MDH - mkmol OA·mq^{-1}zülal·$dəq^{-1}$;PK - mkmol piruvat· mq^{-1}zülal·$dəq^{-1}$; OAD - mkmol OA mq^{-1}zülal·$dəq^{-1}$; Dəqiqlik göstəricisi 3%-dən azdır.

Aldığımız nəticələri ümumiləşdirsək, aydın olar ki: - aşağı dozalarda, əsasən də, 1-10 Qr dozalarda 1-50 mM NaCl qatılığında MDA-nın, H_2O_2-nin miqdarı radiasiyanın təsirindən zaman keçdikcə artır, duzun təsirindən isə müəyyən şəraitlərdə artır, müəyyən şəraitlərdə isə azalır. 5, 10 və 15-ci günlərində radiasiya dozasının və duzun qatılığının artması KAT-ın aktivliyini təqribən oxşar tendensiyası üzrə artırsa da, inkişafın 15-ci günü bütün şüalanma dozaları + bütün duz qatılıqları kombinasiyalarında KAT aktivliyi 5 və 10-cu günlərlə müqayisədə daha üstün olmuşdur.

ƏDƏBIYYAT

1. Mittler R. and Blumwald E. (2010). Genetic engineering for modern agriculture: challenge sand perspectives. Annu. Rev.Plant Biol. 61, 443–462.

2. Koyro H.-W., Ahmad P., and Geissler N. (2012). Abiotic Stress Responses in Plants: An Overview. Environmental Adaptations and Stress Tolerance of Plants in the Era of Climate Change (P. Ahmad and M.N.V. Prasad - eds.). Springer Science+Business Media, LLC. pp. 128.

3. Hirayama T. and Shinozaki K. (2010). Research on plant abiotic stress responses in the post-genome era: past, present and future. Plant J. 61, 1041–1052.

4. You J. and Chan Z. (2015). ROS Regulation During Abiotic Stress Responses in Crop Plants. Frontiers in Plant Science| www.frontiersin.org. 6, 1-16 (Article1092)

5. Gill S. S., Tuteja N. (2010). Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. Plant Physiology and Biochemistry. 48, 909-930

6. Mohammed A. H., Mohamed H. I., Zaki L. M. & Mogazy A. M. (2012). Pre-exposure to gamma rays alleviates the harmful effect of salinity on cowpea plants. J. Stress Physiol. Biochem. 8, 199–217.

7. Abo-Hamad S. A. E. H., Allah K. M. G. S. & AboKassem E. E. D. M. (2013). Effect of gamma irradiation or potassium on some primary and secondary metabolites of Brassica rapa (L.) roo tunder cadmium stress. Int. Res. J. Agr. Sci. Soil Sci. 3, 408–415.

8. Qi W., Zhang L., Wang L., Xu H., Jin Q., Jiao Z. (2015). Pretreatment with low-dose gamma irradiation enhances tolerance to the stress of cadmium and lead in Arabidopsis thaliana seedlings. Ecotoxicol. Envir. Saf. 115, 243–249.

9. Moussa H.R. (2011). Low Dose of Gamma irradiation enhanced drought tolerance in soybean. Acta Agronomica Hungarica. 59(1), 1–12

10. Van Breusegem, F. Reactive oxygen species in plant cell death / J.F.Dat, // Plant Physiol., - 2006, 141, - p. 384-390.

11. Mancini, A. Oxidative stress as DNA damage in different transgenic tobacco plants / A.M.Buschini, F.M.Restivo, [et al.] // Plant Sci., - 2006, 170, № 4, - p. 845-852.

12. Kumar, C. Changes in lipid peroxidation and lipolytic and free-radical scavenging enzyme during aging and sprouting of potato (Solanum tuberosum L.) seed-tubers / N.Knowles, // Plant Physiol., - 1993, 102, - p. 115-124.

13. Gitelson, A., Solovchenko, A. Non-invasive quantification of foliar pigments: possibilities and limitations of reflectance- and absorbance-based approaches / A.Gitelson, A.Solovchenko // J. Photochemistry and Photobiology B: Biology, - 2018, 178, - p. 537-544.

14. Bailly C. Catalase activity and expression in developing sunflower seeds as related to drying / C.Bailly, J.Leymarie, A.Lehner, [et al.] // Journal of Exp. Bot., - 2004, 55, № 396, - p. 475–483.

INVESTIGATION OF THE ROLE OF γ-RADIATION TREATMENT OF DRY SEEDS BEFORE SOWING IN ADAPTATION TO SALT (NaCl) STRESS

Fariz Amirali[1], Narmin Guliyeva[2], Nargiz Omarova[3], Firangiz Rahimova[4], Samira Bayramova[5], Aynur Mammadova[6], Gunel Azizova[7], Konul Irevanli[8], Vusala Rzayeva[9], Guliyeva Gunel[10]

[1,2,3,4,5,6,7,8,9] Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan

[2] Institute of Radiation Problems, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

[1] http://orcid.org/0000-0002-9095-2982

[2] guliyevanarmin.1991@gmail.com

[3] http://orcid.org/0000-0002-8721-1059

[4] http://orcid.org/0000-0002-7626-1472

[5] http://orcid.org/0000-0001-8142-3483

[6] http://orcid.org/0000-0002-1938-1320

[7] http://orcid.org/0000-0003-1913-4554

[8] http://orcid.org/0000-0002-9696-0887

[9] http://orcid.org/0000-0003-4352-099X

[10] https://orcid.org/0009-0004-1253-770X

ABSTRACT

In recent years, the study of the effects of low-dose radiation exposure on plant resistance to abiotic stress has drawn particular attention from researchers due to environmental degradation. In this study, the development of irradiated seeds under salt (NaCl) stress conditions was investigated. It was found that plants exposed to low doses of γ-radiation exhibited increased

resistance. To evaluate the response of irradiated seeds to salt stress, in addition to measuring the levels of MDA and H_2O_2, the activity of the antioxidant enzyme catalase was also analyzed. The results of our study indicate that γ-radiation treatment of seeds with a dose of 10 Gy before sowing may reduce oxidative stress at relatively low salt concentrations (1–10 mM) by altering the levels of MDA, H_2O_2, and catalase. We assume that this pre-sowing radiation treatment at 10 Gy can enhance plant resistance to salinity at 1–10 mM NaCl concentrations.
Keywords: *MDA, H_2O_2, Catalase, Phaseolus vulgaris L., radiation, NaCl, stress, adaptation.*

ИЗУЧЕНИЕ РОЛИ ОБРАБОТКИ СУХИХ СЕМЯН γ-ИЗЛУЧЕНИЕМ ПЕРЕД ПОСЕВОМ В АДАПТАЦИИ К СОЛЕВОМУ СТРЕССУ (NaCl)

Фариз Амирли[1], Нармин Гулиева[2], Наргиз Омерова[3], Фирангиз Рагимова[4], Самира Байрамова[5], Айнур Мамедова[6], Гюнель Азизова[7], Кенуль Иреванлы[8], Вусаля Рзаева[9], Гулиева Гюнель[10]

[1,2,3,4,5,6,7,8,9] Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Баку, Азербайджан

[2] Институт Проблем Радиоактивности НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан

[1] http://orcid.org/0000-0002-9095-2982

[2] guliyevanarmin.1991@gmail.com

[3] http://orcid.org/0000-0002-8721-1059

[4] http://orcid.org/0000-0002-7626-1472

[5] http://orcid.org/0000-0001-8142-3483

[6] http://orcid.org/0000-0002-1938-1320

[7] http://orcid.org/0000-0003-1913-4554

[8] http://orcid.org/0000-0002-9696-0887

[9] http://orcid.org/0000-0003-4352-099X

[10] https://orcid.org/0009-0004-1253-770X

РЕЗЮМЕ

В последние годы исследование воздействия низких доз радиации на устойчивость растений к абиотическим стрессам привлекает особое внимание учёных в связи с ухудшением экологической обстановки. В данной работе изучено развитие облучённых семян в условиях солевого стресса (NaCl). Установлено, что при воздействии γ-излучения в низких дозах у растений формируется повышенная устойчивость. Для изучения реакции облучённых семян на солевой стресс были измерены уровни MDA и H_2O_2, а также активность антиоксидантного фермента каталазы. Результаты нашего исследования показывают, что обработка семян дозой 10 Гр перед посевом при относительно низких концентрациях соли (1–10 мМ) может привести к снижению окислительного стресса, о чём свидетельствуют изменения в уровнях MDA, H_2O_2 и каталазы. Мы предполагаем, что обработка семян дозой 10 Гр перед посевом может повысить устойчивость растений к засолению при концентрациях NaCl от 1 до 10 мМ.
Ключевые слова: *MDA, H_2O_2, каталаза, Phaseolus vulgaris L., радиация, NaCl, стресс, адаптация.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1627

ANALYSIS OF THE ECOLOGICAL STATUS OF FRESHWATER SOURCES IN THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN

Ayralova Tamara[1] Rzayeva Vusala[2]
[1]Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan
[1]tamara.ayralova@gmail.com 0000-0002-2261-236
[2]vusaler264@gmail.com 0000-0003-4352-099X

ABSTRACT
The article is devoted to the grouping and brief classification of natural and artificial water bodies located on the territory of Azerbaijan, in order to organize their protection. Brief and systematized information is given on the main characteristics of rivers, lakes and reservoirs that are part of the group of surface watercourses and point water bodies, as well as on water resources. Systematized information can make it possible to take appropriate measures to organize the protection of water bodies, prepare regulatory documents and more efficient and economical use of water resources.

Keywords*: water bodies, rivers, lakes, water storage, protection.*

Introduction
As a result of global climate change, a gradual decrease in the country's water resources has been observed in recent years. On the other hand, the growth of economic activity, interference in water resources, possible terrorist acts and sabotage leave issues of protection, preservation of water bodies and more efficient and economical use of available water resources on the agenda. Azerbaijan is one of the countries with the least water resources. In dry years, the reserves of river water and the reservoirs they feed on decrease by about 30-50%, and in some cases even more. This creates a certain tension in the country's water management. In this regard, the grouping, classification of water bodies and systematization of information on their main characteristics are of great practical importance, since the obtained information allows organizing the protection of water bodies, developing standards and using water resources effectively and economically.

Water bodies consist of watercourses and streams located and formed in a certain natural and geographical zone and divided into two parts: natural and artificial reservoirs. Natural water bodies: rivers, lakes, seas, oceans, springs, springs, groundwater basins, etc.

Natural water bodies on the globe are distributed in such a way that in order to understand the true nature and meaning of this distribution, it is necessary to conduct long-term and comprehensive scientific research. Therefore, interventions in these natural water bodies should be based only on deep scientific grounds.

Artificial water bodies include reservoirs, artificial lakes, canals, aqueducts, reservoirs, pools, collectors, drains, various types of reservoirs, canals, artesian and subartesian wells. All water bodies are divided into three groups by shape and size, flowing and stagnant [4]:

Flat water bodies;

1. Linear water bodies;
2. Point water bodies.

Flat water bodies include lakes, seas, oceans, reservoirs, basins, water storage facilities,

hydroelectric complexes and underground water bodies.

Linear water bodies include rivers, shipping and irrigation canals, reservoirs, collectors, drains, canals and water pipes.

Point water bodies include basins, reservoirs, artesian and subartesian wells and springs.

In general, water bodies are complex and specialized, including agriculture (irrigation), water supply (drinking and domestic), forestry, industry, construction and energy, transport (sea transportation and freight transportation), health resorts and health improvement, tourism, recreation and sports, are used for fishing, hunting, military-strategic purposes, discharge and reception of wastewater (sewage, collector-drainage, etc.), fire protection and other purposes. Therefore, serious approaches to the use and protection of water bodies, the development of special protective norms and standards are necessary. All water bodies (both natural and artificial), regardless of their shape and size, design and purpose, are protected from pollution (heavy metals, radioactive substances, toxic and various chemical compounds, pollution), silt accumulation and leaching (streams) and are protected from collapse, as well as from depletion of water resources. The protection of natural water bodies also includes the protection and restoration of their ecological balance. The agro-industrial complex occupies one of the leading places in the country's economy after the oil sector, and rivers play an exceptional role in ensuring its development due to water resources within natural reservoirs and reservoirs within artificial reservoirs. Thus, 90% of the water used in all sectors of the economy is river water, and the rest is groundwater. It is interesting that all river water and partly atmospheric precipitation are collected in reservoirs and used. Therefore, due to their strategic and economic importance, reservoirs occupy a special place among artificial reservoirs.

Research: Since reservoirs are built in river beds and on the sea, they are divided into two types: channel and sea. As a rule, reservoirs are used for complex purposes, and their functions include the following aspects:

1. Regulation of river flow; 2. Electricity production; 3. Providing irrigation water for agriculture and forestry; 4. Providing fresh water for industry, cities, towns and other populated areas, pastures and farms; 5. Development of fisheries; 6. Providing sea transportation and cargo transportation; 7. Development of water sports and tourism; 8. Expansion of health resort and recreational areas and creation of new ones; 9. Development of hunting, etc.

The hydrography of Azerbaijan has been studied by a number of authors in different years. The rivers of the Republic are divided into four groups according to their geographical location and characteristics:

1. Rivers of the Kura basin. These include the right and left tributaries of the Kura, as well as the rivers of the Araks basin; 2. The northeastern rivers of the Greater Caucasus; 3. The rivers of the Talysh Mountains; 4. The rivers of the Absheron-Gobustan region [2,5,7].

It should be noted that the Araks River basin includes the rivers flowing in Nakhichevan and on the territory of Azerbaijan to the confluence of the Araks and the Kura. The total number of large and small rivers in Nakhichevan reaches 400. All the rivers flowing through the country flow into the Caspian Sea. Therefore, these rivers are considered to be part of the Caspian Sea basin and are divided into three groups [7]:

1. Rivers belonging to the Kura River basin (Kura, right and left tributaries of the Kura River);

2. Rivers belonging to the Araks River basin (the Araks River and its tributaries);

3. Rivers flowing directly into the Caspian Sea.

The total number of rivers flowing in the territory of the Republic of Azerbaijan is 8,359 [7]. The length of 8,188 rivers is less than 25 km, 107 rivers are 26–50 km long,

40 rivers are 51–100 km long, 22 rivers are 101–500 km long and 2 rivers are more than 500 km long. The length of 7,900 rivers is less than 10 km, most of them dry up in the summer months. The length of 24 rivers is more than 100 km, and they operate all year round.

Table 1. Distribution of rivers by basins by their length

Grouping of rivers by their length, km	Quantity			
	Kura pool	Araz pool	Rivers flowing into the Caspian Sea	Total
Smallest < 25	3884	1133	3171	8188
Small 26-60	45	32	30	107
Medium 51-100	23	7	10	40
Large 101-500	11	4	7	22
Larger > 500	1	1	—	2
Total:	*3964*	*1177*	*3218*	*8359*

The density of river networks varies depending on the region. The highest density is observed in the Lankaran zone (0.84 km/km^2), the lowest - in the Absheron-Gobustan zone (0.20 km/km^2). The total length of the country's rivers is 33,665 km, the average density is 0.39 km / km^2.

The largest river in Azerbaijan is the Kura River. Its total length is 1,515 km, and 900 km are on the territory of Azerbaijan. This is the only navigable river in the republic. The catchment area is approximately twice the area of Azerbaijan and is 18.8 thousand km2.

The Kura River originates at an altitude of 2768 m above sea level, on the north-eastern slope of the Turkish mountain Gizilidik, and flows into the Caspian Sea, 28 m below the level of the Baltic Sea. The average long-term discharge of the Kura River in the Sabirabad district, at its confluence with the Aras River, is 504 m^3/s. 71.9 m^3/s flows into the Kura River through its right tributaries and 121 m^3/s through its left tributaries within Azerbaijan. Before its confluence with the Aras River, the local discharge of the Kura River was 193 m^3/s. In this part, about 62% of the Kura flow is formed in neighboring countries.

The average annual discharge of the Kura River at its confluence with the Caspian Sea is 908 m^3/s, of which 670 m^3/s or 74% is formed outside the country. In 1968, the Kura River recorded a maximum discharge of 2,670 m^3/s. During years of severe drought, the river recorded a minimum discharge of 158 m^3/s. In recent years, the flow of the Kura River has significantly decreased and has reached the point of ecological crisis. The Araks River is the second largest river in Azerbaijan and the largest tributary of the Kura River. The Araks River originates on the northern slope of the Bingold Mountain Range in Turkey at an altitude of 3001 m above sea level. Its length is 1072 km, and the area of the reservoir is 102,000 km^2. The Araks River is compared to the most muddy rivers in the world - the Nile, the Yellow River and the Amu Darya.

The Araks River flows into the Kura River in the Sabirabad region, and the average long-term flow is 180 m^3/s. The maximum flow of the Araks River in 1969 was 2670 m^3/s. The minimum flow of the river reaches 16 m^3/s [2,5].

Statistics show that floods are likely on the Kura and Araks rivers, and it is important to take appropriate measures against this natural phenomenon. In recent years, both rivers have been polluted with chemicals and waste, and the level of mineralization of the water has increased.

The third largest river in the republic is the Samur River, which originates outside of Azerbaijan at an altitude of 3,628 m in the mountains of Dagestan, Russia. It enters the northeast

of the Gusar region, flows about 40 km along the border with Azerbaijan, and then re-enters the territory of Dagestan. The Samur River is the only river that flows into the Caspian Sea not on the territory of Azerbaijan, but on the territory of Dagestan. As a result, it belongs to the group of rivers flowing directly into the Caspian Sea.

The total length of the Samur River is 216 km, the catchment area is 4.43 thousand km^2, the average long-term flow at the Samur-Absheron hydroelectric complex is 75 m^3/s, and 27 m^3/s is formed in the reservoir- territory of Azerbaijan.

The Terter River is the fastest river in the Lesser Caucasus Mountains. It originates from Mount Gelingaya at an altitude of 3120 m above sea level, has a total length of 200 km, a catchment area of 2200 km2, and flows into the Kura River. The average flow rate of the Terter River is 22.9 m^3/s. According to hydrometric data, the maximum flow of 647 m^3/s was recorded in the Terter River in 1940. In dry years, its flow rate decreases to 5 m^3/s.

he Sarsang and Madagiz reservoirs are located on the Terter River, and its flow is regulated through these reservoirs. However, since the reservoirs remain in the occupied territories of Armenia, the river and its surrounding structures are subject to various forms of provocation. For example, explosive ordnance is dumped through the rivers, flood waters are discharged, and sometimes the river water drops to a critical level during the irrigation season. Therefore, more extensive studies on this river require the preparation of appropriate measures. According to experts, the total average annual resource of the river water is 1024 m^3/s, the average annual reserves are 32.3 billion m^3 [1,2,6]. About 70% or 22 billion m^3 of the river water reserves are formed in the territories of neighboring states, and 30% or 10.3 billion m^3 is formed within the country. In the wettest years, the total river water reserves are 40.9 billion m^3, and in years of excessive drought - 5.68 billion m^3 [3].

The instability of high-quality river water resources, the constant risk of flooding in rivers and the possibility of other harmful effects keep the regulation of their flow through reservoirs and the management of flow processes through appropriate hydraulic structures on the agenda.

There are about 800 lakes registered in Azerbaijan [2,5]. Most of these lakes dry up in the summer. The number of lakes with permanent water is up to 250. However, their capacity and area are very small. The area of 7 lakes is more than 10 km^2. The total area of all lakes is 250 km^2. The total area of 4 lakes located in the Kura-Araks lowland is 165 km^2. According to their location and hydrogeological features, experts divide the lakes into three groups: 1. Lakes of the Kura-Araks lowland; 2. Lakes of the Absheron Peninsula; 3. Mountain lakes.

There are 4 large mountain lakes in the Kura-Araks Lowland, about 150 on the Absheron Peninsula, 20 in the Lesser Caucasus Mountains and about 70 small mountain lakes in the Greater Caucasus Mountains. The number of lakes of economic importance and an area of more than 1 km^2 is 25.

Lakes differ in origin and water quality. Lakes are formed as a result of tectonic, landslide, relict, glacial, erosion, eolian, dammed, swamping and other processes. In the territories of Absheron and Gobustan and in the Lesser Caucasus Mountains (Greater and Lesser Alageli), most of them were formed as a result of tectonic processes [2].

Lakes of erosion (river) origin are located in the river valleys of the Kura-Araks Lowland. Such lakes are also called akhmaz. Lakes Sarysu, Aggel, Mehman and Hajigabul are valley lakes. Lakes formed as a result of the rise and fall of the sea are called relict lakes. Some lakes of the Absheron Basin are relict. Most relict lakes are salty. The water of lakes in mountainous areas is usually fresh, while the water of lakes in the foothills and plains is fresh and salty.

The water reserves in the lake are very small and amount to 0.314 billion m^3. Most of the water in the lake is salty and unsuitable for water supply.

These lakes, which are an irreplaceable treasure of nature and historical monuments, for one reason or another gradually began to lose their natural balance. The waters of the lake are polluted, waste of various origins is dumped on them, and the surrounding bushes, trees and natural vegetation are degrading. Suffice it to say that the water level of the White Lake, whose salinity was initially 0.3–1.0 g/l, reached 13 g/l. Lake protection is one of the most pressing issues.

Reservoirs. For the first time since the mid-1950s, the Institute of Geography of the National Academy of Sciences of Azerbaijan has been collecting, systematizing and studying data on reservoirs located in Azerbaijan. In 1983, the Azerbaijan Scientific Research Institute of Water Problems of JSC "AzMVAS" conducted a certification of reservoirs. In subsequent periods, information on water bodies, including reservoirs, was collected and updated by various organizations and authors [1].

170 reservoirs have been built and put into operation in Azerbaijan to regulate river flow, more efficiently use water resources, irrigation, energy, tourism, fisheries, industry, water supply, sports and other purposes. The total volume of reservoirs ranges from 20.0 to 22.5 billion m^3. The total water capacity of 12 reservoirs is over 100 million m3, the water capacity of 15 reservoirs is 10-100 million m3, the water capacity of 35 reservoirs is 1-10 million m^3, and the water capacity of 108 reservoirs is less than 1 million m3. The volume of the remaining small reservoirs is regulated daily [6]. This ensures the sustainable development of the agro-industrial complex. More than half of the reservoirs with a capacity of more than 1 million m^3 and almost all reservoirs with a volume of less than 1 million m3 are built outside the canal.

Reservoirs of watercourses and off-canal water bodies are polluted as a result of polluting runoff, turbidity of river water, rain erosion and other impacts, filled with silt, etc. This leads to a decrease in the useful volume and service life of reservoirs, an increase in operating costs, and in some cases - their rapid failure. Therefore, reservoirs must be protected from external interference, pollution, erosion and other impacts.

Conclusions

1. The total number of rivers flowing in Azerbaijan is 8359. Most of them dry up in the summer months, and only 24 rivers flow all year round. The length of 22 of these rivers ranges from 100 to 500 km. Two rivers are over 500 km long. The resource of all internal rivers is 10 billion m^3. Due to this, there is a water balance deficit in the country.

2. Despite the fact that there are about 800 lakes in the country, their total water resources are very small and amount to 0.314 billion m^3. The role of lake water in water resource management is very small. At the same time, the quality of water in lakes is deteriorating, and the degree of mineralization is increasing. There is a serious need for their protection.

3. There are 170 large and small reservoirs in Azerbaijan, and their total water reserves are 20.0-22.5 billion m^3. As a result of drought and global climate change in recent years, the accumulated reserves in reservoirs have decreased almost by half.

4. Flat, linear and point surface water sources - there is a serious need for the protection and preservation of water bodies. Thus, their ecological style is gradually deteriorating as a result of external intervention.

References:

1.Ахмедзаде А. С., Гашимов А. Д. Энциклопедия: Мелиорация и водное хозяйство Азербайджана.

Баку: Радиус, 2016. 632 с.
2.Ахмедзаде А. С., Гашимов А. Д. Кадастр мелиоративных и водохозяйственных систем. Баку: Азернешр, 2006. 272 с.
3.Гасанов С. Т., Гюльмамедов Ч., Аббасов В. Н. Водные ресурсы и ресурсы Азербайджана // Сборник научных трудов АзХвеМ ЕИБ. Т. 37. 2018. С. 6-18.
4.Гасанов С. Т., Дуньялов Ш. Д., Гаджимятов К. Н. О классификации и назначении водных объектов // Использование и комплексное управление водными ресурсами в процессе глобализации: Материалы III Международной научно-практической конференции. Баку: Элм, 2006. С. 174-176.
5.Мамедов М. А. Гидрография Азербайджана. Баку: Тимедия, 2012. 254 с.
6.Заманов Х. С. Водный баланс озер и водохранилищ Малого Кавказа. Баку: Элм, 1969. 69 с.
7.Рустамов С., Кашкай З. М. Водные ресурсы Азербайджанской ССР. Баку: Элм, 1989. 181 с.
8.Ахмадзаде А. С., & Гашимов, А. D. (2016). Энсклопедия: Мелиорасия и водное хозяйствие Азербайджана. Баку. (in Azerbaijani).

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASINDA ŞİRLİ SU MƏNBƏLƏRİNİN EKOLOJİ VƏZİYYƏTİNİN TƏHLİLİ

Ayralova Tamara[1], Rzayeva Vüsalə[2]
[1]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan
[1]tamara.ayralova@gmail.com, orcid.org: 0000-0002-2261-236
[2]vusaler264@gmail.com, orcid.org: 0000-0003-4352-099X

XÜLASƏ

Məqalə Azərbaycan ərazisində yerləşən təbii və süni su obyektlərinin qruplaşdırılması və onların qorunmasının təşkili məqsədilə qısa təsnifatına həsr olunmuşdur. Səth su axınları və nöqtəvi su obyektləri qrupuna daxil olan çaylar, göllər və su anbarlarının əsas xüsusiyyətləri, eləcə də su ehtiyatları haqqında qısa və sistemləşdirilmiş məlumat verilmişdir. Sistemləşdirilmiş məlumatlar su obyektlərinin mühafizəsinin təşkili, normativ sənədlərin hazırlanması və su ehtiyatlarından daha səmərəli və qənaətli istifadə üçün uyğun tədbirlərin görülməsinə imkan verə bilər.

Açar sözlər: *su obyektləri, çaylar, göllər, su anbarı, mühafizə.*

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ИСТОЧНИКОВ ПРЕСНОЙ ВОДЫ В РЕСПУБЛИКЕ АЗЕРБАЙДЖАН

Айралова Тамара[1], Рзаева Вусала[2]
[1]Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Баку, Азербайджан
[1]tamara.ayralova@gmail.com, orcid.org: 0000-0002-2261-236
[2]vusaler264@gmail.com, orcid.org: 0000-0003-4352-099X

РЕЗЮМЕ

Статья посвящена группировке и краткой классификации природных и искусственных водных объектов, расположенных на территории Азербайджана, с целью организации их охраны. Приведена краткая и систематизированная информация об основных характеристиках рек, озёр и водохранилищ, входящих в группу поверхностных водотоков и точечных водных объектов, а также о водных ресурсах. Систематизированная информация может позволить предпринять соответствующие меры для организации охраны водных объектов, подготовки нормативных документов и более эффективного и экономного использования водных ресурсов.

Ключевые слова: *водные объекты, реки, озёра, водохранилища, охрана.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1633

YERALMASININ ÇİY VƏ BİŞİRİLMİŞ HALDA TƏRKİBİNDƏKİ PEKTİNİN ARTIM GÖSTƏRİCİLƏRİ

Zaur Z. Ağamalıyev[1], Nihat C. Kərimov[2]

[1] ARETN akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu, Bakı
[1,2] Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kimya texnologiya fakültəsi, Bakı
[1] texnika elmləri doktoru, dosent, http://orcid.org/0000-0003-2866-1401, zauraghamaliyev@gmail.com
[2] magistr, https://orcid.org/0009-0008-0633-338X, nkrimov760@gmail.com

XÜLASƏ

Yeralması (Helianthus tuberosus), qida sənayesində xüsusi yer tutan və prebiyotik xüsusiyyətlərə məxsus olan bir bitkidir. Bu bitki, tərkibində olan inulin, pektin və digər bioaktiv maddələr sayəsində sağlam qidalanmada geniş tətbiq olunur. Pektin, bitkilərdə hüceyrə divarlarının quruluşunu təmin edən və qida sənayesində jelatinləşdirici və stabilizator xüsusiyyətləri ilə istifadə olunan polisaxariddir. Bu məqalədə çiy və bişirilmiş yeralmasında pektinin artım göstəricilərinin müqayisəsi aparılmışdır. Çiy halda olan yeralmasında pektinin miqdarı adətən 3-6 % intervalında dəyişir, bu da onun prebiyotik xüsusiyyətlərinin və bağırsaq mikroflorasına müsbət təsirinin əsasını təşkil edir. Çiy halda yeralmasındakı pektin suda həll olmuş halda olur və bu, onun bağırsaq sağlamlığına müsbət təsiri ilə nəticələnir. Bundan başqa, çiy halda yeralmasında sellüloza pektin ilə birləşərək toxumaların möhkəmliyini və elastikliyini təmin edir. Bişirmə prosesi zamanı pektinin tərkibində dəyişikliklər baş verir, yəni yüksək temperatur, pektin molekullarını hidroliz edərək onların daha kiçik birləşmələrə parçalanmasına səbəb olur. Bu da bişirilmiş yeralmasındakı pektinin miqdarının azalmasına gətirib çıxarır (ümumiyyətlə 5-10 % arasında). Çiy və bişirilmiş yeralmasındakı pektin tərkibindəki dəyişikliklər nəticəsində məhsulların texnoloji xüsusiyyətlərinə təsir edir. Bişirilmiş yeralmasının tərkibindəki pektin jelatinləşdirmə xüsusiyyətini artırır və məhsulun toxumasını, keyfiyyətini yaxşılaşdırır. Bu xüsusiyyətlər, yeralmasından hazırlanan kulinar məhsulların sağlam və funksional qidalar kimi istifadəsini daha da artırır. Gələcək tədqiqatlar vasitəsilə, yeralmasında pektin tərkibinin dəyişməsi ilə əlaqədar ətraflı araşdırılmalar aparılmalı, həmçinin pektinin əlavə funksional xüsusiyyətləri və prebiyotik təsirlərinin daha dərindən analiz edilməsi vacibdir. Bu, qida sənayesində daha çox sağlam və funksional qida məhsullarının istehsalını təmin edə bilər. Yeralmasından alınan pektinin istifadəsi, xüsusilə sağlam qidalar və dietik məhsulların hazırlanmasında böyük önəmə malikdir.

Açar sözlər: *Yeralması (Helianthus tuberosus), pektin miqdarı, qurutma üsulu, pH səviyyəsi, bişirmə prosesi.*

GİRİŞ

Yeralması 300 ildən çoxdur ki, Avropada geniş şəkildə yayılmışdır. Son zamanlarda yeralmasının qidalılıq və texniki dəyəri diqqət mərkəzinə gətirilərək ondan müxtəlif məhsulların istehsalı daha geniş vüsət almışdır. Almaniyada 15.000 t almanın emalı zamanı, əldə olunan cece hər il demək olar ki, qurudulmuş şəkildə ilk növbədə pektin istehsalına yönəldilmişdir. Çernobıl

qəzasından sonra ekoloji vəziyyətin pisləşməsi ilə əlaqədar pektin istehsalına xüsusilə diqqət yetirilmişdir. Yeralması yumrusunun lətində pektin maddələrinin miqdarı 0,37-2,93 % civarındadır, onların çox hissəsini protopektin təşkil edir [1-4].

IstAgro Don MMC yeralmasından 70-80 % inulin tərkibli inulooliqosaxarid şərbəti hazırlayıb. İnulin, prebiyotik hesab olunur və funksional maddələrə aiddir. O, fruktoza qalıqlarından ibarət polisaxariddir və β-2,1-qlikozid bağları ilə əlaqələndirilir [5].

Son illərdə, Helianthus tuberosusun sağlamlıq xüsusiyyətlərini qiymətləndirmək məqsədilə bir sıra heyvanların üzərində təcrübələr aparılmışdır. Tədqiqatlar zamanı bu növ farmakoloji və tibbi sahələrdə geniş tətbiq tapmışdır, məsələn, plazmadakı qlükoza səviyyəsini aşağı salmaq, ümumi xolesterol və triqliseridləri azaltmaq. Eyni zamanda, qiymətli bir prebiyotik birləşmə mənbəyidir [6, 7].

Yeralmasının yumrularında 2 % azotlu maddə, karbohidratlar, 6-7 % pektin maddəsi, 13 - 20 % emulsiya, 6 % şəkər vardır. Ədəbiyyat məlumatlarına əsasən göstərilmişdir ki, yeralmasının (topinambur) kimyəvi tərkibi mühit şəraiti və onun növü ilə xarakterizə olunur. Belə ki, yeralmasının kimyəvi tərkibi onun şərait mühitindən, növündən asılıdır. Müxtəlif növ tədqiqatların, eləcə də bitkiçilik institutlarının biokimya laboratoriyalarının aldığı göstəricilərə əsasən 200-dən çox növdə yeralmasının quruluşu, kimyəvi tərkibi xarakterizə edilmişdir. (Cədvəl 1) [8].

Cədvəl 1. Yeralması yumrusunun lətinin orta kimyəvi tərkibi

Kimyəvi tərkib	Miqdarı, %-lə	
	Aşkar olunur	Normal
Quru qalığın kütləsi	9.8-18.5	2.0-14.1
Monoşəkərlər	0.6-5.9	1.9-4.3
Şəkərlərin ümumi miqdarı	2.0-6.8 0.6-3.6	4.6-6.4 0.8-2.1
Kül	0.7-1.8	0.9-1.4

Çiy formada yeralması təbii halda yüksək səviyyədə pektin tərkibinə malikdir. Tədqiqatlar göstərir ki, çiy halda yeralmasında pektin miqdarı ümumiyyətlə 3-6 % arasındadır [9]. Lakin, bişirmə prosesində pektinin miqdarı çiy halda yeralmasından daha az olur. Çiy halda yeralmasında pektin molekulları daha çox sərbəst vəziyyətdə olduğundan onun bioloji təsirləri daha genişdir. Lakin, bişirilmiş yeralmasında pektin tərkibi azalsa da, pektin jelatinləşdirmə və bağlayıcı xüsusiyyətləri müsbət şəkildə inkişaf edir [10].

Material və metodlar

Tədqiqatın aparılmasında əsas məqsəd yeralmasının çiy və bişirilmiş halda tərkibindəki pektinin miqdarının artım göstəricilərini tapmaqdır. Bunun üçün yeralmasının çiy və müxtəlif temperaturda bişirilmiş formalarını müqayisə etməkdir. Tədqiqat üçün yeralması nümunələri seçilir, sonra isə nümunələri iki əsas qrupa bölünür: Çiy halda yeralması və bişirilmiş (85-100 °C temperatur aralığında 10, 20 və 30 dəqiqə vaxt intervallarında bişirilmiş). Hər nümunədən 100 qram çəkilib homogenləşdirilir. Sonra yeralması nümunələri distillə olunmuş suda həll edilmiş və 30 dəqiqə ərzində qarışdırılmışdır. Məhlulun pH səviyyəsi 2.2 olur. Daha sonra Etanol (96%) əlavə edib pektin çökdürülür. Çökdürülmüş pektin filtrasiya ilə ayrılır və vakuum qurutma sistemi ilə 50°C temperaturda, 24 saat ərzində qurudulur. Daha sonra pektini sobada 105°C temperaturda

2 saat ərzində tam qurudulur. Qurudulmuş nümunələr elektron tərəzi ilə çəkərək kütlələri müəyyən edilir. Bundan sonra pektinin miqdarının artım göstəricilərini tapmaq üçün (cədvəl 2) düsturdan istifadə olunur:

$$\text{Petkin} = \frac{\text{Quru petkin kütləsi (q)}}{\text{İlkin nümunənin kütləsi (q)}} \times 100\%$$

Verilən düstur vasitəsilə pektinin miqdarları tapılaraq cədvəl 2-də olduğu kimi qeyd edilir.

Cədvəl 2. Çiy və bişmiş halda yeralmasında olan pektinin hesablanmış miqdarı

Nümunə	Temperatur, ºC	Bişirmə vaxtı, dəqiqə	Petkin, % (qurutma ilə)
Çiy halda yeralması	–	–	5.8
Bişmiş halda yeralması	85	10	6.2
Bişmiş halda yeralması	85	20	6.5
Bişmiş halda yeralması	85	30	7.0
Bişmiş halda yeralması	100	10	6.8
Bişmiş halda yeralması	100	20	7.4
Bişmiş halda yeralması	100	30	8.1

Nəticələrinin müzakirəsi

Pektinin miqdarı bişirmə prosesi zamanı artır. Buna səbəb bişirmə zamanı temperaturun yüksəlməsi ilə yeralmasının tərkibindəki maye buxarlanır və tərkibindəki pektin daha sıx bir struktura malik olur. Bu da pektinin miqdarının artmasına səbəb olur. Xüsusilə 100 °C temperaturda 30 dəqiqə bişirildikdə yeralmasında pektin miqdarı maksimuma çatmışdır (8.1%). Temperatur və vaxt yüksəldikcə pektin ekstraksiyası artır. Bunun əsas səbəbi, pektin molekullarının parçalanaraq suda həllolma qabiliyyətinin yüksəlməsidir. O da müəyyən olunmuşdur ki, 85 °C və 100 °C bişirmə ekstraksiya prosesinə aiddir, 105 °C isə qurutma mərhələsidir. Çiy yeralmasında pektin miqdarı 5.8 % olduğu halda, bişirmə prosesindən sonra 8.1 %-ə qədər yüksəlmişdir, yəni 39.7 % artım müşahidə olunmuşdur. pH dərəcəsi isə bişirmə temperaturu və müddəti artdıqca azalır, çünki pektinin hidrolizi və orqanik turşuların ayrılması baş verir. 100 °C-də 30 dəqiqə bişirmə zamanı pH 4.2-4.3 arasında olmuşdur, bu da pektinin maksimum çıxarılmasına imkan yaratmışdır.

Beləliklə, sağlam qidalar və dietik məhsulların hazırlanmasında yeralmasından alınan pektinin istifadəsi böyük əhəmiyyət kəsb edir. Çünki, petkin maddəsi pəhriz xassəli, bioloji və qidalılıq dəyərliliyi baxımından daha yüksək keyfiyyətli məhsullar əldə etmək üçün çörəkbişirmə müəssisələrində geniş istifadə olunur.

Müasir dövrdə yüksək atmosfer çirklənməsi şəraitində pektin profilaktika baxımından insan orqanizmində mədə-bağırsaq sisteminin fəaliyyətinin yaxşılaşdırılmasında, polivalent-radionuklid xassəli kationları (qurğuşun, kobalt, stronsium və s.) özünə birləşdirərək orqanizmə zərər vermədən və həzmdə faktiki olaraq iştirak etmədən onun zərərsizləşdirilməsində əhəmiyyətli rol oynayır.

Nəticə

Beləliklə, bişirmə prosesi yeralmasının pektin tərkibinə müsbət təsir göstərir. Belə ki, pH səviyyəsinin düşməsi bişirmə prosesinin pektin molekullarının parçalanmasını və onların suda

həllolma qabiliyyətinin artmasını göstərir. Pektin çıxarılması üçün ən optimal şərait 100°C-də 30 dəqiqəlik bişirmə prosesində müşahidə edilmişdir. Bu aparılan tədqiqat, pektinin qida sənayesində və biotexnologiyada tətbiqini genişləndirmək üçün yeni texnoloji yanaşmaların inkişafına təkan verə bilər. Burada məqsəd, yeralmasından daha yüksək keyfiyyətli pektin əldə etmək üçün optimallaşdırılmış bişirmə şərtlərini tətbiq etməkdir.

Ədəbiyyat

1. Kupin G.A., Ruvinsky O.E., Zaiko G.M. (2002). Study of inulin hydrolysis in Jerusalem artichoke juice. Proceedings of universities. Food technology, No. 5-6, pp. 78-79.
2. Abbasov V.M., Əmirli F.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Z.V., Quliyeva N.R. (2023). Qida kimyası. Dərslik. Bakı: Elm, 260 s.
3. Amirli F.A., Aghamaliyev Z.Z., Abdullayeva I.G., Pashayeva Z.N., Aghamaliyeva D.B. (2024). The role of nutrition in ensuring healthy living. Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, Vol.26, Special issue 2 (148), p.629-638.
4. Ağamalıyev Z.Z., Abdullayeva İ.Q. (2024). Müasir insanın qida pəhrizi və çatışmamazlıqlar. International Conference dedicated to the 60th anniversary of the establishment of the Department of Technology of organic substances and high-molecular compounds. “Modern problems of macromolecular compound technology”. 25-26 Aprel 2024, p.151.
5. Szewczyk A., Zagaja M., Bryda J., Kosikowska U., Stępień-Py śniak D., Winiarczyk S. (2019). Jerusalem artichoke – new applications in the supplement diet. Ann Agric Environ Med, 26 (1), 24-28.
6. Samal L., Chaturvedi V.B., Baliyan S., Pattanaik A.K. (2012). Jerusalem artichoke as a potential prebiotic: effect on the use of nutrients, fer mentation in the large intestine and the immune response of Labra dor dogs. Technology of Nutrition and Animal Feed, 12 (3): 343-352.
7. Кравченко М.Ф. (2004). Технология здоровых продуктов питания на основе растительных подсластителей и водорослевых добавок. Киев, с. 36.
8. Goulas V., Manganaris G. A. (2012). Pectin content in fruits and vegetables: A review of the influence of biotic and abiotic factors. Plant Foods for Human Nutrition, 67(3), 197-206.
9. Bhattacharya M., Chattopadhyay P. (2015). Effect of various processing methods on the pectin content of fruits and vegetables. International Journal of Food Science and Technology, 50(6), 1383-1390.
10. Chen H., Fu X. (2014). Pectin in food and pharmaceutical applications: A review. Trends in Food Science & Technology, 34(2), 114-125.

INDICATORS OF PECTIN INCREASE IN RAW AND COOKED JERUSALEM ARTICHOKE

Zaur Z. Aghamaliev[1], Nihat C. Karimov[2]

[1] Academician Y.H. Mammadaliyev Institute of Petrochemical Processes of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku
[1,2] Department of Chemical Technology, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku
[1] Doctor of Technical Sciences, Associate professor, http://orcid.org/0000-0003-2866-1401, zauraghamaliyev@gmail.com
[2] Master's student, https://orcid.org/0009-0008-0633-338X, nkrimov760@gmail.com

ABSTRACT

Jerusalem artichoke (Helianthus tuberosus) is a plant with prebiotic properties that holds a significant place in the food industry. Due to its content of inulin, pectin, and other bioactive compounds, it is widely used in healthy nutrition. Pectin is a polysaccharide that ensures the structural integrity of plant cell walls and is utilized in the food industry for its gelling and stabilizing properties. This study compares the pectin content in raw and cooked Jerusalem artichokes. In raw Jerusalem artichokes, pectin content generally ranges between 3-6%, which contributes to its prebiotic properties and positive effects on gut microbiota. The pectin in raw Jerusalem artichokes is water-soluble, enhancing its beneficial impact on gut health. Additionally, in raw form, cellulose binds with pectin, providing tissue strength and elasticity. During the cooking process, changes occur in the structure of pectin. High temperatures cause the hydrolysis of pectin molecules, breaking them down into smaller compounds. This leads to a reduction in the pectin content of cooked Jerusalem artichokes, typically ranging from 5-10%. The alterations in pectin composition in raw and cooked forms affect the technological properties of the product. In cooked Jerusalem artichokes, pectin enhances its gelling properties, improving the texture and quality of the product. These characteristics make Jerusalem artichoke a valuable ingredient for culinary products designed for healthy and functional food applications. Future research should conduct more detailed investigations on the changes in pectin content in Jerusalem artichokes and further analyze its additional functional properties and prebiotic effects. This can support the development of healthier and more functional food products in the food industry. The use of pectin derived from Jerusalem artichokes is particularly important in the production of health-focused and dietary food product.

Keywords: Jerusalem artichoke (Helianthus tuberosus), pectin content, drying method, pH level, cooking process.

Показатели увеличения пектина в сыром и варёном топинамбуре

З.З. Агамалиев[1], Н.Д. Керимов[2]

1 Министерство науки и образования Азербайджана им. Ю.Г.Мамедалиева Институт Нефтехимических Процессов, Баку
1,2 Отдел Химические технологии, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку

1 Доктор технических наук, доцент, http://orcid.org/0000-0003-2866-1401, zauraghamaliyev@gmail.com
2 Магистр, https://orcid.org/0009-0008-0633-338X, nkrimov760@gmail.com

РЕЗЮМЕ
Топинамбур (Helianthus tuberosus) – это растение, занимающее особое место в пищевой промышленности благодаря своим пребиотическим свойствам. Благодаря содержащимся в нём инулину, пектину и другим биоактивным веществам, он широко применяется в здоровом питании.Пектин – это полисахарид, который обеспечивает структурную целостность клеточных стенок растений и используется в пищевой промышленности в качестве желирующего и стабилизирующего агента. В данной статье проведено сравнение изменений содержания пектина в сыром и варёном топинамбуре.В сыром топинамбуре содержание пектина обычно варьируется в диапазоне 3-6%, что обусловливает его пребиотические свойства и положительное влияние на микрофлору кишечника. Пектин в сыром виде растворён в воде, что способствует его благоприятному воздействию на здоровье кишечника. Кроме того, в сыром топинамбуре целлюлоза соединяется с пектином, обеспечивая прочность и эластичность тканей.При термической обработке происходят изменения в структуре пектина: высокая температура вызывает его гидролиз, приводя к расщеплению молекул на более мелкие соединения. Это снижает содержание пектина в варёном топинамбуре, обычно до 5-10%. Изменения в содержании пектина в сыром и варёном виде оказывают влияние на технологические характеристики продукта. В варёном топинамбуре желирующие свойства пектина усиливаются, что улучшает текстуру и качество продукта.Эти свойства делают топинамбур ценным ингредиентом для приготовления кулинарных изделий, предназначенных для здорового и функционального питания. В будущем необходимо провести более детальные исследования, касающиеся изменений содержания пектина в топинамбуре, а также его дополнительных функциональных свойств и пребиотического воздействия. Это может способствовать разработке более здоровых и функциональных пищевых продуктов.Использование пектина, полученного из топинамбура, особенно актуально для производства здорового питания и диетических продуктов.

Ключевые слова: Топинамбур (Helianthus tuberosus), содержание пектина, метод сушки, уровень pH, процесс варки.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1639

AZƏRBAYCAN FLORASININ BƏZİ İTBURNU (*ROSA* L.) NÖVLƏRİNİN TOXUMLA ÇOXALDILMASI VƏ QİDA ƏHƏMİYYƏTİ

[1]Zeynalov Y.M., [2]Ərəbzadə A.Ə., [1]Əliyev E.Y., [1]Nəcəfova C.N.

[1]Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Botanika İnstitutu
[2]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

[1]zeynalovyusuf@hotmail.com, https://orcid.org/0009-0007-0769-7743
[2] aynur.arabzade@asoiu.edu.az, https://orcid.org/0009-0009-3531-8688

XÜLASƏ

Tədqiqatın materialı olaraq Daşkəsən rayonunun Çovdar və Ağyoxuş ərazisində yayılmış itburnu növləri (*Rosa Nisami Sosn*. Nizami itburnusu, *Rosa Zangezura Jarosch*. Zəngəzur itburnusu, *Rosa pulverulenta M.Bieb*. Qovuqlu itburnu və *Rosa Korjaginii Sosn*. Karyagin itburnusu) götürülmüşdür. Təbii şəraitdə bitən bitkilərin toplanması, herbarilərin düzəldilməsi və şəkillərin çəkilməsi işləri aparılmışdır. Tədqiqatlar ümumi qəbul olunmuş metodlar əsasında aparılmışdır. Daşkəsən rayonu ərazisində mədən işlərinin aparılması ilə bağlı baş verə biləcək problemləri həll etmək üçün ərazinin bitki örtüyü öyrənilmişdir və problemlərin mənfi təsirini azaltmaq məqsədi ilə bəzi nadir bitkilərin coxaldılmasına başlanılmışdır. Çovdar yatağında zərər görmüş ərazilərdə təbii bitkiçiliyi bərpa etmək məqsədi ilə apardığımız işlər icərisində nadir bitkilərə daha çox dəqqət edilmişdir. Bu bitkiləri təbiətə geri qaytarmaq məqsədi ilə bəzi növləri coxaltmağa başlanılmışdır. Bu növlər icərisində də 4 növ (*Rosa Nisami Sosn*. Nizami itburnusu, *Rosa Zangezura Jarosch*. Zəngəzur itburnusu, *Rosa pulverulenta M.Bieb*. Qovuqlu itburnu, *Rosa Korjaginii Sosn.* Karyagin itburnusu) itburnu vardır. Onların oktyabr–noyabr aylarında əvvəlcədən hazırlanmış yerlərdə səpini aparılmışdır. Aprel ayının 2-ci və 3-cü ongünlüyündə cücərtilər əmələ gəlmişdir. Ən cox çüçərti *R.pulverulenta* və *R.Nizami* növlərində (61-70%), ən az isə *R.korjaginii* növündə (20%) olmuşdur. Əmələ gələn cücərtilər aqrotexniki qaydada yetişdirilərək ərazidə əkilməsi üçün hazırlanmışdır. Əmələ gələn bitkilərdə böyümə və inkişaf sentyabrın axırına kimi davam etmişdir. Kultura şəraitində bitkilərin boy və inkişafının normal şəkildə getdiyi müəyyən olunmuşdur. *Rosa Korjaginii Sosn*. növünün tinglərinin vegetasiya ilinin sonunda boyları 40-50 sm, yerdə qalan 3 növdə isə birillik bitkilərin boyu 70-90 sm olmuşdur. Alınan çüçərtilərin dayanıqlığı yüksək olmuşdur (90-94%). Alınan toxmacarlar noyabr ayında Çovdar mədəninin icində nəzərdə tutulmuş yerlərə köcürülmüşdür. Zərər görmüş növlərin təbii bitdiyi yerdə bərpası vacib məsələlərdən biridir. Bu kimi tədqiqat işlərimizi gələcəkdə davam etdirərək və zərər görmüş bitkiləri çoxaldaraq təbii yerlərinə reintroduksiya etməyi nəzərdə tutmuşuq. İtburnu növləri faydalı bitkilər olub, qida və dərman əhəmiyyətinə malikdir. İtburnu növlərinin çiçəklərindən gülab çəkir, gül suyu, gül mürəbbəsi, itburnu doşabı (bəhməzi) hazırlayır və çiçəkləri qurudub çayını dəmləyirlər.

***Açar sözlər**: Daşkəsən, ekosistem, reintroduksiya, çoxaldılma*

Giriş

Azərbaycanın yerləşdiyi coğrafi mövqe və iqlim şəraiti ölkə ərazisində bitki biomüxtəlifliyinin zənginliyinə təsir göstərmişdir. Zəngin təbiətimizdə faydalı qida və dərman bitkiləri də coxlu saydadır. Bu bitkilərdən itburnu (*Rosa* L.) qida, dərman və dekorativ əhəmiyyətinə görə özünəməxsus yer tutur. Buna baxmayaraq, ətraf mühitin təbii və antropogen amilləri yüksək sayda bitki növünün sayının azalmasına və nadirlik statusunu almasına səbəb olmuşdur. Növlərin bitki sayının kəskin azalması ekosistemin pozulmasına və digər növlərin dayanıqlığının azalmasına səbəb olmuşdur. Müşahidələr göstərmişdir ki, insanların ətrafında təbiətin öz-özünə bərpası çox zəif gedir və ya getmir. Nadir növlərin bərpası, bəzi subendemləşmiş növlər istisna olmaqla çoxunun populyasiyalarının sayının artması demək olar ki, müşahidə olunmur.

Tədqiqatın əsas məqsədi Çovdar və Ağyoxuş qızıl mədənlərində bitki ekosistemlərinin, xüsusən, Azərbaycanın "Qırmızı Kitab"ının III nəşrinə daxil edilmiş nadir və nəsli kəsilməkdə olan bitkilərlə yanaşı eyni zamanda arealı kiçilmək üzrə olan bitkilərin çoxaldılması və ekosisteminin bərpasıdır.

İtburnu qida və dərman əhəmiyyətinə malik faydalı bitki olduğuna görə insanlar tərəfindən qədimdən geniş istifadə olunur. Meyvələrinin tərkibində C vitamini, karotin, B_1, B_2, K və P vitaminləri, karotinoidlər, flavonoidlər, 18%-ə qədər şəkər, 4% aşı maddəsi, 3,7% limon və alma turşuları, pektin maddələri, dəmir, manqan, fosfor, kalsium duzları və s. var. Tərkibində ən çox C vitamini olan (limondan 60 dəfə çoxdur) bitkilərdən biridir. Bu baxımdan immun sisteminin gücləndirilməsində əvəzsiz rola malikdir. [6].

İtburnunun meyvələrindən dəmləmə, konsentrat, şərbət və mürəbbə şəklində istifadə olunur. İtburnu növlərinin çiçəklərindən gülab çəkir, gül suyu, gül mürəbbəsi, itburnu doşabı (bəhməzi) hazırlayır və çiçəkləri qurudub çayını dəmləyirlər. İtburnu çiçəklərində 0,038% efir yağı müəyyən edilmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, efir yağlarının, vitaminlərin və digər maddələrin miqdarı itburnunun bitdiyi yerdən və vegetasiyanın müxtəlif dövrlərindən asılı olaraq dəyişir [2].

Tədqiqatın metodologiyası

Tədqiqatın materialı olaraq Daşkəsən rayonunun Çovdar və Ağyoxuş ərazisində yayılmış itburnu növləri (Rosa nisami Sosn. Nizami itburnusu, Rosa zangezura Jarosch. Zəngəzur itburnusu, Rosa pulverulenta M.Bieb. Qovuqlu itburnu və Rosa korjaginii Sosn. Karyagin itburnusu) götürülmüşdür. Ərazidə monitorinqlər bütün ərazi boyunca aparılmışdır. Eyni zamanda ərazi heyvandarlıqdan ciddi zərər çəkdiyi üçün tədqiqat ərazisi boyu sağlam qalmış, külək tutmayan sərt dağlıq hissələrdəki monitorinqlərə xüsusilə diqqət edilmişdir. Tədqiqat zamanı GPS-dən, fotoaparatdan, herbari çərçivəsindən və s. əlavə vasitələrdən istifadə olunmuşdur. Təbii şəraitdə ərazidə bitən bitkilərin şəkilləri çəkilmiş, toplanılmış, qurudulmuş, herbarilərin düzəldilmişdir. Tədqiqatlar əsasən ümumi qəbul olunmuş metodlarla aparılmışdır. İtburnu növlərinin təyini Azərbaycan florasının [7], Ağrı dağının florasının [4], nadir və nəsli kəsilməkdə olan növlərin təyini və statusunun müəyyən edilməsi Azərbaycanın Qırmızı kitabının [1], Məmmədov T.S. və başqalarının [3] əsasında aparılmışdır. Təbii şəraitdə ərazilərdən bitkilərin toplanılması və Abşeron şəraitində introduksiya edilmisində N.A.Bazilevskayanın [5], F.N.Rusanovun [10] metodlarından da istifadə olunmuşdur. Fenoloji müşahidələr Botanika Bağının ümumi qəbul ounmuş metoduna [9], çöl təçrübələri S.S.Litvinova [8] əsasən, vegetativ orqanların morfologiyası İ.Q. Serebryakova [11] görə aparılmışdır.

Nəticələr və onların müzakirəsi

Ekosistemin vacib tərkib hissəsi olan bitki örüyünün öyrənilməsi, qorunaraq gələcək nəsillərə catdırılması insan cəmiyyəti ücün böyük əhəmiyyətə malikdir. Müasir zamanda ekosistemlər üçün təhlükə yaranmış, dünyada əhali sayının və təsərrüfat fəaliyyətinin artdığı bir zamanda geriyə dönüş olmayan dəyişkənliklər meydana çıxmışdır. Bu dəyişkənlikləri minimuma endirmək məqsədilə bitki örtüyünün öyrənilməsi ekosistemin qorunması ən vacib məsələlərdən biridir. Daşkəsən rayonunun ərazisində mədən işlərinin aparılması ilə əlaqədar ətrafda baş verə biləcək problemləri həll etmək məqsədilə ərazidəki bitki örtüyü öyrənilmiş və problemlərin mənfi təsirini azaltmaq üçün bəzi nadir bitkilərin çoxaldılma işlərinə başlanmışdır. Çovdar yatağında zərər çəkmiş ərazilərin təbii bitkiciliyini bərpa etmək məqsədilə tərəfimizdən aparılan işlər içində nadir bitkilərə daha çox diqqət ayrılmışdır. Bu bitkiləri təbiətə reintroduksiya etmək üçün çoxaltmağa başlanmışdır. Tədqiq olunan növlər icərisində də 3 növ (*Rosa nisami* Sosn. Nizami itburnusu, *Rosa zangezura Jarosch*. Zəngəzur itburnusu, *Rosa pulverulenta M.Bieb*. Qovuqlu itburnu) itburnu vardır. Bir növ isə İsmayıllı rayonu ərazisindən (*Rosa korjaginii Sosn*) toxumları toplanaraq təcrübə sahəsində səpini aparılmışdır. İtburnu növlərinin toxumları oktyabr–noyabr aylarında əvvəlcədən hazırlanmış yerlərdə səpilmişdir. Aprel ayının 2-ci və 3-cü ongünlüyündə cücərtilər əmələ gəlməyə başlamışdır. Ən cox çüçərti *R.pulverulenta* və *R.nizami* növlərində (61-70%), ən az isə *R.korjaginii* növündə (20%) qeydə alınmışdır. Alınan cücərtilərə tərəfimizdən aqrotexniki qaydada qulluq edilmişdir (cədvəl 1).

Cədvəl 1. İtburnu növlərinin toxumalrının cücərmə faizi

№	Bitkinin adı	Bitkinin təbii boyu- m-lə	Oktyabr səpini %-lə	Noyabr səpini%-lə	Payıza qalan şitillərin sayı (%)
1.	*Rosa nisami* Sosn	1.5-2.0	61	58	52- 50
2.	*Rosa zangezura* Jarosch	0.7-1.2	42	40	37-36
3.	*Rosa pulverulenta* M.Bieb	1.0-2.0	70	69	59-60
4.	*Rosa korjaginii* Sosn	0.5-0.7	20	23	12-14

Səpilmiş toxumlardan alınmış cücərtilər aqrotexniki qaydada yetişdirilərək əraziyə əkilməsi üçün hazırlanmışdır. Tədqiq olunan bitkilərdə böyümə və inkişaf sentyabrın axırına kimi davam etmişdir. Kultura şəraitində bitkilərin boy və inkişafının normal şəkildə əmələ gəldiyi müəyyən olunmuşdur. *Rosa korjaginii Sosn*. növünün tinglərinin vegetasiya ilinin sonunda boyları 40-50 sm, digər 3 növdə isə birillik tinglərin boyu 70-90 sm olmuşdur. Alınan çüçərtilərin dayanıqlığı yüksək olmuşdur (90-94 %). Tinglər noyabr ayında Çovdar mədəninin içində nəzərdə tutulmuş yerlərə köçürülmüşdür.

Zərər görmüş növlərin təbii bitdiyi yerdə bərpası vacib məsələlərdən biridir. Bu kimi tədqiqat işlərimizi gələcəkdə davam etdirərək və zərər görmüş bitkiləri çoxaldaraq təbii yerlərinə reintroduksiya etməyi nəzərdə tutmuşuq.

Nəticə

1. Tədqiq olunan itburnu növləri toxumla yaxşı çoxaldılmaq xüsusiyyətinə malikdir.
2. Nadir və nəsli kəsilməkdə olan itburnu növləri çoxaldılaraq təbii bitdiyi ərazilərə reintroduksiya edilmişdir.
3. İtburnu növləri faydalı bitkilər olub, qida və dərman əhəmiyyətinə malikdir.

Ədəbiyyat siyahısı
1. Azərbaycan Respublikasının Qırmızı Kitabı. Nadir və nəsli kəsilməkdə olan bitki və göbələk növləri. üçüncü nəşr. Bakı, 2023, 506 səh.
2. Dəmirov İ.A., İslamova N.A., Rərimov Y.B., Mahmudov R.M. Azərbaycanın müalicə əhəmiyyətli bitkiləri. B. Azərnəşr, 1988, 176 s.
3. Məmmədov T.S., İsgəndərov E.O., Talıbov T.H. Azərbaycanın nadir ağac və kol bitkiləri. Bakı, Elm, 2016, 380 s.
4. Zeynalov Y., Türkoğlu M. Ağrı dağının florası, Ankara – 2016, 402 s
5. Базилевская Н. А. Теория и методы интродукции растений, М., Изд. Московского Ун-та, 1964, 129.
6. Грау Ю. Дикорастущие лекарственные растения. М.: Издательство АСТ, 2002, 288 с.
7. Флора Азербайджана. В 8 т. Баку: АН Азерб. ССР. – т.3. 1952, 400 с., т.7. 1957, 635 с., т.8 1961, 688 с.
8. Литвинов С.С. Методика полевого опыта. М.: Колос, с. 160-292.
9. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР, М., АН СССР, 1975, 27 с.
10. Русанов Ф.Н.Вопросы, разрешаемые при изучении иинтродуцированных растений. В кн.:Интродукция и акклиматизация растений. Ташкент:фан,1970,вып.7,с.184-194.
11. Серебряков И.Г Морфология вегетативных органов высших растений. - М.: Советская наука, 1952.-391 с.

SEED PROPAGATION AND NUTRITION OF SOME *ROSA* L. SPECIES OF THE FLORA OF AZERBAIJAN

[1]Zeynalov Y.M., [2]Arabzade A.A., [1]Aliyev E.Y., [1]Najafova J.N.
[1]Institute of Botany, Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan
[2]Azerbaijan State Oil and Industry University
[1]zeynalovyusuf@hotmail.com, https://orcid.org/0009-0007-0769-7743
[2] aynur.arabzade@asoiu.edu.az, https://orcid.org/0009-0009-3531-8688

Summary
The material for the study was taken from the rose hips (*Rosa Nisami* Sosn. Nizami rose hips, *Rosa Zangezura* Jarosch. Zangezur rose hips, *Rosa pulverulenta* M.Bieb. Govuglu rose hips and *Rosa Korjaginii* Sosn. Karyagin rose hips) common in the Chovdar and Agyokhus areas of the Dashkesan region. Collection of plants growing in natural conditions, preparation of herbaria and drawing of pictures were carried out. The research was conducted based on generally accepted methods. In order to solve the problems that may arise due to mining activities in the Dashkesan region, the vegetation cover of the area was studied and in order to reduce the negative impact of the problems, the propagation of some rare plants was started. In the course of our work to restore natural vegetation in the areas damaged by the Chovdar deposit, more attention was paid to rare plants. In order to return these plants to nature, some species were started to be propagated. These species include 4 species of rose hips (*Rosa Nisami* Sosn. Nizami rose hips, *Rosa Zangezura* Jarosch. Zangezur rose hips, *Rosa pulverulenta* M.Bieb. Govuglu rose hips, *Rosa Korjaginii* Sosn. Karyagin rose hips). They were sown in previously prepared places in October-November.

Sprouts appeared in the 2nd and 3rd decade of April. The most shoots were in the *R.pulverulenta* and *R.Nizami* species (61-70%), the least in the *R.korjaginii* species (20%). The resulting shoots were grown in agrotechnical conditions and prepared for planting in the area. Growth and development of the resulting plants continued until the end of September. It was determined that the height and development of the plants were normal under cultural conditions. The height of the seedlings of the *Rosa Korjaginii* Sosn. species at the end of the vegetation year was 40-50 cm, and the height of the annual plants of the remaining 3 species was 70-90 cm. The stability of the obtained shoots was high (90-94%). The obtained clematis were transplanted to the designated places in the Chovdar mine in November. The restoration of damaged species in their natural places is one of the important issues. We plan to continue our research work in the future and reintroduce the damaged plants to their natural places by multiplying them. Rose hips are useful plants and have food and medicinal value. Rose hips are used to make rose water, rose jam and dried flowers to make tea.

Keywords: Dashkesan, ecosystem, reintroduction, reproduction.

НЕКОТОРЫЕ РОЗЫ (*ROSA* L.) ФЛОРЫ АЗЕРБАЙДЖАНА СЕМЕННОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ ВИДОВ И ЗНАЧЕНИЕ ПИТАНИЯ

[1]Зейналов Ю.М., [2]Арабзаде А.А., [1]Алиев Э.Ю., [1]Наджафова Д.Н
[1]Институт ботаники Министерства науки и образования Азербайджанской Республики
[2]Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
[1]zeynalovyusuf@hotmail.com, https://orcid.org/0009-0007-0769-7743
[2] aynur.arabzade@asoiu.edu.az, https://orcid.org/0009-0009-3531-8688

Резюме

Материалом для исследования послужили виды шиповника, распространенные в Човдарском и Агиохусском районах Дашкесанского района (*Rosa Nisami* Sosn. Шиповник Низами, *Rosa Zangezura* Jarosch. Шиповник Зангезурский, *Rosa pulverulenta* M.Bieb. Шиповник Говуглу и *Rosa Korjaginii* Sosn. Шиповник Карягина). Проводилась работа по сбору растений, произрастающих в естественных условиях, созданию гербариев, фотосъемке. Исследования проводились на основе общепринятых методов. Для решения проблем, которые могут возникнуть из-за горнодобывающей деятельности в Дашкесанском районе, изучена растительность местности и начато размножение некоторых редких растений с целью снижения негативного воздействия проблем. В нашей работе по восстановлению естественной растительности на территориях, поврежденных райграсом, больше внимания уделяется редким растениям. Чтобы вернуть эти растения в природу, некоторые виды начали разводить. В пределах этих видов выделяют 4 вида шиповника (*Rosa Nisami* Sosn. Шиповник Низами, *Rosa Zangezura* Jarosch. Шиповник Зангезурский, *Rosa pulverulenta* M.Bieb. Шиповник Говуглу, *Rosa Korjaginii* Sosn. Шиповник Карягина). Посев производился на заранее подготовленных участках в октябре-ноябре. Всходы появились во 2-й и 3-й декаде апреля. Наибольшее количество почек отмечено у видов *R.pulverulenta* и *R.Nizami* (61–70%), а наименьшее – у вида *R.Korjaginii* (20%). Полученные саженцы были выращены с применением агротехнических приемов и подготовлены к посадке на участке. Рост и развитие полученных растений продолжались до конца сентября. Установлено, что рост и развитие растений в условиях культуры были

нормальными. Роза Корягини Сосн. Высота сеянцев этого вида к концу вегетационного года составила 40-50 см, тогда как высота однолетних растений остальных 3 видов – 70-90 см. Устойчивость полученных саженцев была высокой (90-94%). В ноябре закупленные молоты были перемещены в специально отведенные места на руднике Човдар. Восстановление поврежденных видов в их естественной среде обитания является одной из важных проблем. Мы планируем продолжить подобные исследования в будущем, а также воспроизводить поврежденные растения и возвращать их в естественную среду обитания. Плоды шиповника — полезные растения, имеющие пищевую и лечебную ценность. Цветки шиповника используют для приготовления розовой воды, розового джема, а также цветки сушат и заваривают как чай.

Ключевые слова: Дашкасан, экосистема, реинтродукция, воспроизводство

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1645

EXTRACTION OF ANTIOXIDANTS FROM TEA AND COFFEE WASTE

Gulnar Atakishizade[1], Vusale Suleymanova[2]

[1,2] Azerbaijan State Oil and İndustry University
[1,2] Department of Technology of Organic Substances and High-Molecular Compounds
[1] Student, https://orcid.org/0009-0005-9480-4441, gulnar.atakishizade@gmail.com
[2] Lecturer, http://orcid.org/0009-0005-9189-9588, suleymanovavusale78@gmail.com

ABSTRACT

Tea and coffee are the most produced and consumed beverages in the world. According to statistics, millions of tons of tea and coffee waste are produced per year. This waste leads to major environmental problems. However, the fact that tea and coffee waste is rich in bioactive substances allows them to be recycled in various perspectives such as antioxidants. The chemical composition of tea waste includes proteins, lipids, polyphenols, amino acids, and fibers, while coffee waste contains carbohydrates, proteins, lignin, cellulose, and phenolic compounds. These bioactive components, especially polyphenols, have been shown to possess antioxidant, antimicrobial, anti-inflammatory, and anti-cancer properties, making them valuable in various applications, including the food, pharmaceutical, and cosmetic industries. This study explores efficient methods for extracting antioxidants from tea and coffee waste, such as Microwave-Assisted Extraction (MAE) and Ultrasonically Assisted Extraction (UAE). The extracted antioxidants have potential benefits in human health by preventing oxidative stress-related diseases, including cancer, cardiovascular diseases, and neurodegenerative disorders. Additionally, tea and coffee waste can be utilized for sustainable biofuel production, including bioethanol and biodiesel, through fermentation and transesterification processes. By transforming tea and coffee waste into valuable bioactive compounds and energy sources, this research contributes to sustainable waste management and circular economy practices, emphasizing the economic and environmental potential of waste valorization. As one of the main economic and environmental strategies of the future, we can turn tea and coffee waste into wealth.

Keywords: *tea waste, coffee waste, antioxidants, Ultrasonically Assisted Extraction, Epigallocatechin-3-gallate*

Introduction

Cheaper alternatives to expensive substances are tea and coffee, which we consume throughout our lives. The consumption of tea and coffee in different parts of the world is 4.0, 7.0 and 3.5 million [8]. Since coffee and tea waste are considered high antioxidant substances, they can be used in food supplements and pharmaceuticals, medicine, as well as in the cosmetic industry.

Based on statistics provided by the Food and Agriculture Organization (FAO), global tea production in 2023 was approximately 6.5 million metric tons. Depending on the degree of oxidation of catechins formed during tea production, unfermented (green, yellow and white tea), semi-fermented (oolong tea) and fully fermented (black tea) types are produced [15]. According to studies, 78% of world tea production is black tea, 20% is green tea and 2% is other teas (oolong

tea) [16,17]. The strong anti-oxidant properties of tea are related to the flavonoids it contains – theaflavins, catechins, bisflavanols and theaflavic acids. Flavanoids neutralizes free radicals and protects cells from oxidative stress. Reducing oxidative stress helps prevent diseases such as atherosclerosis, cancer, and rheumatoid arthritis [17]. Studies show that EGCG (Epigallocatechin-3-gallate), the main polyphenol in tea, stops cancer cell division in the G2/M phase and regulates the cell cycle. EGCG and other catechins slow down the growth and transformation of cancer cells [17].

Another antioxidant-rich beverage consumed daily is coffee. According to the Coffee Market Report presented by the International Coffee Organization (ICO), total production in the 2023/24 coffee year was 165 million bags and consumption reached 172 million 60 kg bags. In the 2024/25 coffee year, production is expected to be at 168 million bags. Consumption while expected to reach 172 million bags in 2024/25. Coffee contains over 1000 bioactive compounds, including methylchanthines (caffeine), polyphenols, diterpenes, trace elements (magnesium, potassium, and niacin), melanoidins, and n-methylpyridinium [10]. These compounds have been shown to reduce the risk of cancer, Parkinson's, and Alzheimer's disease. They also have the potential to reduce the risk of Type 2 diabetes by 23-67% [4].

Tea and coffee waste are also rich in bioactive substances and the extraction of their valuable components is important from an ecological and economic perspective. Tea waste contains bioactive substances such as fibers, proteins, polyphenols and caffeine. These extracted substances can then be used in bioenergy production, in the preparation of functional foods and food additives, in the production of biodegradable materials, as animal feed and as adsorbents for environmental purposes. Valuable use of tea waste not only increases the sustainability of processing processes, but also reduces the impact on the environment.

Bioactive compounds such as polyphenols and flavonoids are mainly obtained from coffee wastes. Extracting valuable bioactive compounds from coffee waste is important in terms of increasing the use of these substances in other foods, ensuring the value addition of coffee waste, developing more sustainable food processing methods and implementing new alternatives for the management of coffee wastes and their by-products. The main goal of this study is to investigate methods for extracting antioxidants from Tea and Coffee waste and to study their effects on human health.

2 | Production and Chemical Composition of Tea Waste

2.1 | Production of tea waste

It is estimated that 18-20 billion cups of tea are consumed worldwide every day [14]. Tea waste, the residual material left after brewing tea and called "spent tea leaves (STLs)", accounts for approximately 90% of tea [16]. In Turkey, approximately 30,000 tons of tea waste is dumped into small bays on the Black Sea coast annually, while in Malaysia, 100,000 tons of factory rejected tea waste is generated annually during the tea drying process alone, in India, 190,000 tons of tea waste is generated against an annual tea production of 857,000 tons, and in China, more than one million tons of tea seed husks are generated annually as agro-industrial waste due to the increasing popularity of tea seed oil [14].

2.2 | Chemical composition of tea waste

Although there are different types of tea, the composition of tea waste is generally similar. The composition of dry green tea waste is mainly composed of 27.2% protein, 2.11% lipid, 5.1% ash and 8.0% moisture. In addition, green tea waste contains 6.1% polyphenols, 1.14% free amino

acids and 14.1% fiber. According to another study, tea waste was reported to contain 20.82% protein, 5.23% lipid, 4.92% ash, 13.69% moisture, 17.06% fiber, 4.58% cellulose, 13.96% hemicellulose, 0.54% calcium, 0.36% phosphorus and 0.18% silicon [16].

According to studies conducted in Kenya, tea waste has proximal, elemental and heavy metal contents. Ash, fiber, carbohydrates, proteins and lipids in tea waste are indicators of proximal composition. Calcium, potassium, magnesium, sodium and phosphorus in tea waste are indicators of macroelement composition, while boron, cobalt, copper, iron, manganese and zinc are indicators of microelement composition. Heavy metal content includes aluminum, chromium and lead [6].

3 | Antioxidant Properties of Tea Waste and Methods of Extraction

3.1 | Antioxidant properties of tea waste

In order for the human body to combat free radicals, it is important to have a balance between pro-oxidative and antioxidant processes in the body. Disruption of this balance results in the formation of oxidative stress in the body. Tea contains strong antioxidant properties and has the ability to eliminate free radicals (superoxide, peroxyl and hydroxyl radicals) in the body. Polyphenols with antibacterial properties in Oolong tea extract (OTE) have been studied to have a positive effect on oral microbes, especially Streptococcus mutans bacteria, which are closely associated with tooth decay [17]. Polyphenols in green tea can prevent dental diseases by making it difficult for Porphyromonas gingivalis, an oral bacterium that causes periodontitis, to colonize the mouth [17]. Although the composition of tea and tea waste is similar (it is not exactly the same). However, just like tea, tea waste also contains flavonoids (catechins, theaflavins, thearubigins), polyphenols, saponins, theophylline, caffeine, amino acids, fibers, and proteins [15,17]. Flavonoid antioxidants are easily absorbed by the human body. Tea, which is rich in polyphenol antioxidants, has shown positive effects on biochemical changes in the colon and mammary glands and cancer prevention in studies conducted on mice [17].

3.2 | Methods for extracting antioxidants from tea waste

Studies have shown that the amount of phenolic compounds in tea waste increases at temperatures of 110°C to 230°C [16]. Tea leaves contain catechins, which are a strong antioxidant of the polyphenol group. Black tea (Camellia sinensis) is considered to be a source of approximately 75% catechins [2]. Since the Microwave Extraction method requires less energy and a shorter extraction time, the structure of the cell wall of the tea waste is disrupted by the effect of microwaves, and as a result, catechins and caffeine are more easily transferred to the solvent [3]. Unlike the ultrasound method, 4 minutes are sufficient for polyphenol extraction in the MAE method. However, the ultrasonic method requires 90 minutes [2].

In the studies conducted, black tea waste obtained from the Camellia sinensis plant was ground and mixed with 60%, 70%, and 90% pure ethanol. The obtained extracts were heated in a microwave oven with a power of 450 W for 4-8 minutes. After filtration, the heated extracts were concentrated in a vacuum evaporator at 50-60°C for 45 minutes. As a result, black tea waste had an antioxidant activity of 7.50 ppm and a catechin content of 92.05% during 8 minutes of microwave extraction. The total yield was 54.84% [2].

According to another study, extraction was successfully carried out in a 600 W microwave oven at a temperature of 80°C for 4 minutes. Since the tea catechins obtained by this method are higher than those obtained by hot water methods, the extraction of tea waste by the MAE method can be considered a successful method that meets all requirements. Citric acid-water solution is more effective in the extraction of epicatechin (EC) and Epigallocatechin gallate (EGCG), and ethanol-

water solution is more effective in the extraction of caffeine. 1.82-2.45% catechin and 4.36-7.42% caffeine were obtained from the extraction of tea waste by the MAE method [3].
The results obtained show that the MAE method is also suitable for large-scale industrial applications, as it is an effective, cost-effective, and environmentally friendly approach to extract antioxidants and caffeine from tea waste.
Another method used to extract caffeine from tea waste is subcritical water extraction. While the caffeine yield during hot water extraction is 0.46%, the caffeine yield with the subcritical water method reaches 0.77%. As a result, this percentage was achieved at a temperature of 175°C and a water flow rate of 4 g/min [16].
After purification of decaffeinated green tea waste using milk chromatography, the amount of polyphenols was 98% and the amount of catechin was more than 91%. Studies have shown that the recovery of polyphenols in tea waste can reach up to 86%. In addition to column chromatography, it is possible to recover phenolic compounds from tea waste using gas chromatography. In this case, the yield of phenols after extraction was 95.02% [16].

4 | Production and Chemical Composition of Coffee Waste

4.1 | Coffee waste production

Coffe is the most consumed bevarage after the tea. Arabica (Coffea arabica L.) accounts for 75% of global coffee production and Robusta (Coffea canephora) accounts for 23-24% [9,13]. Arabica and Robusta are the instant coffee. Beside of this type coffee production produces coffe drin and coffee beans.
According to statistics, approximately 0.18 tons of coffee husk is obtained from every 1 ton of coffee fruit, and this coffee husk contains pulp, pectin and parchment layer. Therefore, its carbohydrate content is relatively higher [9]. When green coffee beans are roasted, a very thin coffee silver layer is formed around them. This layer constitutes 4% of the total weight of the coffee beans [11]. According to statistics, 1 ton of coffee silver coffee husk is obtained from every 120 tons of roasted coffee. Approximately 6-8 million tons of coffee grounds are produced during coffee production every year [9,12].

4.2 | Chemical composition of coffee waste

Coffee grounds contain polyphenols, flavonoids (quercetin, rutin, and cyanidin-3-glucoside), proteins (13-17%), micronutrients (vitamins C, E and B12), also there are natural compounds such as sugars, lignin (20-30%), lipids (7-21%), cellulose (8-15%) and hemicellulose (30-40%) [9,12]. 85% of the composition of coffee grounds is composed of chlorogenic acids. These substances are powerful antioxidants. The high concentration of caffeine in coffee grounds allows them to be used as a natural source of phenolic antioxidants [9]. In general, coffee waste is rich in carbohydrates, dietary fibers, proteins, fats and antioxidant compounds (tannins, caffeine and polyphenols) [1].
The 90% of solid biobased waste generated during coffee bean production is composed of 4.5% coffee husk, 40-45% used coffee husk, 29% coffee pulp, and 12% coffee husk and coffee stems [1]. Dry coffee husk (cascara) consists of 58% cellulose, 28% hemicellulose, 25% lignin, and flavonoids (chlorogenic, protocatechuic, ferulic, and gallic acids). Coffee pulp consists of 36% cellulose, 21% pectic polysaccharides, 9% hemicellulose, 5% free sugars, and phenolic compounds of the polyphenol class (flavan-3-ols, hydroxycinnamic acids, flavanols, and anthocyanidins). Coffee husk, on the other hand, consists of monosaccharides such as xylose, arabinose, galactose, and mannose [12].

5 | Antioxidant Properties of Coffee Waste and Methods of Extraction

5.1 | Antioxidant properties of coffee waste

Coffee is one of the most widely produced and consumed beverages in the world. 50% of coffee is discarded as waste. However, the bioactive compounds it contains, especially phenolic compounds and flavonoids, have strong antioxidant activity [9]. These bioactive compounds can be used in the food, pharmaceutical and cosmetic industries due to their antioxidant, antimicrobial, anti-inflammatory and antimutagenic properties.

The main component of silver coffee husk is 24% cellulose, 17% hemicellulose and 29% lignin. Since its application in edible packaging films is very limited, its potential harmful effects on the human body should be investigated and evaluated [11].

5.2 | Methods for extracting antioxidants from coffee waste

It is possible to obtain antioxidants from coffee waste using the Ultrasonically Assisted Extraction (UAE) method [9,12]. During the UAE method, microbubbles formed in the solvent generate high shear forces, which break down the cell walls and allow the antioxidants to pass into the solvent [9]. Unlike solid-liquid extraction (SLE) and supercritical fluid extraction, the UAE method requires less solvent. In addition, since it operates at low temperatures, it increases the amount of phenolic and flavonoid compounds while maintaining their antioxidant activity. The antioxidant activity of phenolic compounds is directly expressed by neutralization of free radicals and increasing the activity of antioxidant enzymes (e.g., superoxide dismutase, catalase or glutathione peroxidase). Since the cavitation effect increases the extraction rate at high temperatures, it requires less energy [12]. Several factors are essential for the effective extraction of antioxidants from coffee waste - solvent type, solid-liquid ratio, ultrasound power and frequency (20-50 kHz), extraction temperature (20-60°C) and time (1-60 minutes) [9,12]

According to the study, 89% antioxidant activity was obtained with 9.51 mg GAE/g phenolic yield using 80% methanol in 15 minutes at 25 kHz. A higher phenolic yield (93.35 mg GAE/g) was obtained in a study conducted with a 50-70% ethanol mixture. A study conducted between supercritical fluid extraction and UAE methods showed that UAE method showed a high phenolic yield of 266.17 mg GAE/g and high antioxidant activity (96.1% DPPH) in a 30-minute process at 25°C and 42 kHz. Supercritical fluid extraction (SFE-CO2, 50°C, 4.3 hours, with 4% ethanol) showed a lower efficiency (57 mg GAE/g phenolic yield and 47.9% antioxidant activity) [9].

In addition, solvent extraction methods can be used to obtain antioxidants from coffee waste. Solvents can be methanol, water, methanol-water, and ethanol-water. The selected solvent affects the quantity and quality of the resulting bioactive substance. Among the solvents, water is considered a safe and environmentally friendly method because it is non-toxic. The UAE method uses an ethanol-water mixture as the solvent, providing higher extraction efficiency [5].

6 | The Effects of Antioxidants Extracted from Tea and Coffee Waste on Human Health

Antioxidants derived from tea waste, especially catechins (epigallocatechin gallate EGCG, epicatechin EC, epicatechin gallate ECG) inhibit the growth of cancer cells. The extracts reduce the protein that helps cancer cells survive (bcl-2), while at the same time increasing cytochrome c and activating the enzymes caspase-3, caspase-8 and caspase-9, which destroy cancer cells. Green tea catechins in particular are able to prevent cardiovascular diseases. Tea waste also exhibits antimicrobial properties, preventing bacteria and fungi [18]. The antioxidants found in used coffee grounds may also help prevent cardiovascular disease and neurodegenerative diseases. Studies show that fermented extracts of used coffee grounds may prevent cancer by inducing apoptotic death of cancer cells in the colon [7]. Also, ethanol extracts of silver coffee bark have potent

antimicrobial effects against klebsiella pneumoniae, staphylococcus epidermidis, and staphylococcus aureus bacteria. At the same time, it was found that they had no cytotoxic effects on fibroblasts and keratinocytes [13].

Conclusion

In conclusion, the production and chemical composition of tea and coffee waste reveal significant opportunities for utilizing these by-products in various industries. Tea waste, primarily consisting of spent tea leaves (STLs), is produced in massive quantities globally, with significant amounts of waste generated in countries like Turkey, Malaysia, India, and China. Similarly, coffee waste, including husks, grounds, and silver skins, is another major by-product of coffee production. Both tea and coffee waste contain a rich array of bioactive compounds, including polyphenols, flavonoids, and caffeine, which possess strong antioxidant properties. Several extraction methods, such as Microwave-Assisted Extraction (MAE), Ultrasonically Assisted Extraction (UAE), and subcritical water extraction, have been studied for their efficiency in isolating antioxidants from tea and coffee waste. These methods offer advantages in terms of energy efficiency, time savings, and high extraction yields, with MAE, in particular, demonstrating promise for large-scale industrial applications. The potential health benefits of antioxidants extracted from tea and coffee waste are profound. For example, tea waste antioxidants, especially catechins, can inhibit cancer cell growth and protect against cardiovascular diseases. Similarly, coffee waste antioxidants are shown to prevent cardiovascular and neurodegenerative diseases and exhibit antimicrobial activity. Moreover, both types of waste have potential in the prevention of cancer and the treatment of microbial infections, further underscoring their value as sustainable, bioactive compounds. In summary, tea and coffee waste represent valuable, underutilized resources that can contribute to sustainable practices and provide significant health benefits. With the ongoing development of efficient extraction methods, these waste products could be transformed into valuable raw materials for various industrial applications, aligning with the growing global interest in waste valorization and sustainable production processes.

References

1. Arunima Nayak and Brij Bhushan (2021) "Valorization of coffee wastes for effective recovery of value-added bio-based products: an aim to enhance the sustainability and productivity of the coffee industry" DOI: 10.1016/B978-0-12-824044-1.00040-4
2. Baiq Amarwati Tartillah (2024) "Optimization Catechin Extract on Black Tea Waste (BTW) using Microwave Assisted Extraction (MAE) (Time Extraction and Ethanol Concentration as Parameters)" BIO Web of Conferences 98, 01003 IC-FTN 2023 https://doi.org/10.1051/bioconf/20249801003
3. Gönül SERDAR, Ezgi DEMİR, Münevver SÖKMEN (2017) "Recycling of Tea Waste: Simple and Effective Separation of Caffeine and Catechins by Microwave Assisted Extraction (MAE)" Int. J. Sec. Metabolite, Vol. 4, Issue 2 pp. 78-89 http://www.ijate.net/index.php/ijsm
4. Hailu Lire Wachamo (2017) “Review on Health Benefit and Risk of Coffee Consumption” Wachamo, Med Aromat Plants 2017, 6:4 DOI: 10.4172/2167-0412.1000301
5. K. O. Kaplya, O. B. Fedorova, O. C. Яремкевич (2024) "Antioxidant properties of coffee bean extracts" Article in Chemistry Technology and Application of Substances DOI: 10.23939/ctas2024.01.148 https://doi.org/10.23939/ctas2024.01.148
6. Mangenya T, Kariuki D, Kinyua J, Obanda M, Ochanda S and G Moriasi (2024) "Proximate And Elemental Composition Of Tea Effluents Obtained From Various Tea Processing Factories In Kenya" Afr. J. Food Agric. Nutr. Dev.; 24(12): 25267-25290 https://doi.org/10.18697/ajfand.137.24375

7. Marinos Stylianou, Agapios Agapiou, Michalis Omirou, Ioannis Vyrides, Ioannis M. Ioannides, Grivas Maratheftis, Dionysia Fasoula (2018) "Converting environmental risks to benefits by using spent coffee grounds (SCG) as a valuable resource" Environmental Science and Pollution Research https://doi.org/10.1007/s11356-018-2359-6
8. Nguyen, V. T. (Ed.). (2017). Recovering bioactive compounds from agricultural wastes. John Wiley & Sons.
9. Özdemir, M., Yıldırım, R., Yurttas, R., Başargan, D., Hakcı, MB (2025). "A review of ultrasound-assisted extraction of bioactive compounds from coffee waste". FOOD (2025) 50 (1) 56-73 doi: 10.15237/ gida.GD24094
10. Perszke, Michał, Egierska, Dominika (2022) "Potential health benefits from coffee consumption" Journal of Education, Health and Sport.;12(10):11-18. eISSN 2391-8306. DOI http://dx.doi.org/10.12775/JEHS.2022.12.10.001
11. Petaloti, A.-I., Valtopoulou, A., Gkogkou, C., Achilias, DS (2024) "An Evaluation of the Use of Coffee Silverskin Particles and Extracts as Additives in Wheat Flour/Glucose Mixtures to Produce Bioactive Films for Food Packaging" Appl. Sci. 2024, 14, 7563. https://doi.org/ 10.3390/app14177563
12. Pyrzynska, K. "Useful Extracts from Coffee By-Products: A Brief Review" (2024) Separations 2024, 11, 334. https://doi.org/10.3390/ separations11120334
13. Shalini S. Arya, Rahul Venkatram, Pavankumar R. More, Poornima Vijayan (2021) "The wastes of coffee bean processing for utilization in food: a review" J Food Sci Technol https://doi.org/10.1007/s13197-021-05032-5
14. Siam Hussain, KP Anjali, Saima Towhida Hassan, Priy Brat Dwivedi (2018) "Waste tea as a novel adsorbent: a review" Applied Water Science 8:165 https://doi.org/10.1007/s13201-018-0824-5
15. Sri Wahyuni, Risa Putriliana, Asep Sudarman, Ahmad Sofyan, Anuraga Jayanegara (2024) "Evaluation of chemical composition and fermentation quality of Green Tea, Black Tea, Oolong Tea, and White Tea" BIO Web of Conferences 143, 03002 ICoN-BEAT 2024 https://doi.org/10.1051/bioconf/202414303002
16. Tümay Gözdem Çakmak, Beyza Saricaoglu, Esra Capanoglu (2024) "Valorization of tea waste: Composition, bioactivity, extraction methods, and utilization" DOI: 10.1002/fsn3.4011
17. VK Sharma, A Bhattacharya, A Kumar and HK Sharma (2007) "Health Benefits of Tea Consumption" Tropical Journal of Pharmaceutical Research; 6 (3): 785-792 http://www.tjpr.org
18. Yin-Jieh Tsai, Bing-huei Chen (2016) "Preparation of catechin extracts and nanoemulsions from green tea leaf waste and their inhibition effect on prostate cancer cell" Pc-3 International Journal of Nanomedicine:11 1907–1926

ÇAY VƏ QƏHVƏ QALIQINDAN ANTİOKSİDANTLARIN EKSTRAKSİYASI

Gülnar Atakişizadə[1], Vüsalə Süleymanova[2]
[1,2] Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
[1,2] Üzvi Maddələr və Yüksəkmolekullu Birləşmələr Texnologiyası kafedrası
[1] Tələbə, https://orcid.org/0009-0005-9480-4441, gulnar.atakishizade@gmail.com
[2] Müəllim, http://orcid.org/0009-0005-9189-9588, suleymanovavusale78@gmail.com

XÜLASƏ
Çay və qəhvə dünyada ən çox istehsal olunan və istehlak edilən içkilərdir. Statistikaya görə, hər il milyonlarla ton çay və qəhvə tullantısı yaranır. Bu tullantılar əhəmiyyətli ekoloji problemlərə səbəb olur. Lakin çay və qəhvə tullantılarının bioaktiv maddələrlə zəngin olması onları antioksidant kimi müxtəlif məqsədlərlə təkrar emal etməyə imkan verir. Çay tullantılarının kimyəvi tərkibinə zülallar, lipidlər, polifenollar, amin turşuları və liflər daxildir, qəhvə tullantısı isə karbohidratlar, zülallar, lignin, sellüloza və fenolik birləşmələr ehtiva edir. Bu bioaktiv komponentlər, xüsusilə polifenollar, antioksidant, antimikrob,

iltihabəleyhinə və xərçəng əleyhinə xüsusiyyətlərə malikdir və onları qida, farmasevtika və kosmetika sənayesində dəyərli edir. Bu tədqiqat çay və qəhvə tullantılarından antioksidantların çıxarılması üçün Mikrodalğalı Ekstraksiya (MAE) və Ultrasəslə Yardımlı Ekstraksiya (UAE) kimi səmərəli üsulları araşdırır. Əldə olunan antioksidantlar, oksidləşdirici stresslə bağlı xəstəliklərin, o cümlədən xərçəng, ürək-damar xəstəlikləri və neyrodegenerativ pozuntuların qarşısını almaqda insan sağlamlığı üçün faydalıdır. Bundan əlavə, çay və qəhvə tullantılarının fermentasiya və transesterifikasiya prosesləri vasitəsilə bioetanol və biodizel kimi davamlı bioyanacaq istehsalı üçün istifadəsi mümkündür. Bu tədqiqat çay və qəhvə tullantılarını dəyərli bioaktiv birləşmələrə və enerji mənbələrinə çevirməklə davamlı tullantı idarəçiliyinə və dairəvi iqtisadiyyatın inkişafına töhfə verir, tullantıların dəyərə çevrilməsinin iqtisadi və ekoloji potensialını vurğulayır. Gələcəyin əsas iqtisadi və ekoloji strategiyalarından biri olaraq, çay və qəhvə tullantılarını sərvətə çevirmək mümkündür.

ЭКСТРАКЦИЯ АНТИОКСИДАНТОВ ИЗ ОТХОДОВ ЧАЯ И КОФЕ

Гюльнар Атакишизаде[1], Вусале Сулейманова[2]
[1],[2] Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности
[1],[2] Кафедра технологии органических веществ и высокомолекулярных соединений
[1] Студент, https://orcid.org/0009-0005-9480-4441, gulnar.atakishizade@gmail.com
[2] Преподаватель, http://orcid.org/0009-0005-9189-9588, suleymanovavusale78@gmail.com

РЕЗЮМЕ
Чай и кофе являются одними из самых производимых и потребляемых напитков в мире. По статистике, ежегодно производится миллионы тонн отходов чая и кофе. Эти отходы вызывают серьёзные экологические проблемы. Однако богатство биоактивными веществами делает отходы чая и кофе перспективными для переработки в антиоксиданты. Химический состав чайных отходов включает белки, липиды, полифенолы, аминокислоты и клетчатку, тогда как отходы кофе содержат углеводы, белки, лигнин, целлюлозу и фенольные соединения. Эти биоактивные компоненты, особенно полифенолы, обладают антиоксидантными, антимикробными, противовоспалительными и противораковыми свойствами, что делает их ценными для пищевой, фармацевтической и косметической промышленности. В данном исследовании рассматриваются эффективные методы экстракции антиоксидантов из отходов чая и кофе, такие как микроволновая экстракция (MAE) и ультразвуковая экстракция (UAE). Извлечённые антиоксиданты могут быть полезны для здоровья человека, предотвращая заболевания, вызванные окислительным стрессом, включая рак, сердечно-сосудистые заболевания и нейродегенеративные расстройства. Кроме того, отходы чая и кофе можно использовать для устойчивого производства биотоплива, такого как биоэтанол и биодизель, посредством процессов ферментации и переэтерификации. Преобразование отходов чая и кофе в ценные биоактивные соединения и источники энергии способствует устойчивому управлению отходами и развитию циркулярной экономики, подчёркивая экономический и экологический потенциал утилизации отходов. Как одна из главных экономических и экологических стратегий будущего, отходы чая и кофе можно превратить в богатство.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1653

İZOANİN VƏ İZOKATİON DUZLARININ BUĞDA VƏ LOBYA CÜCƏRTİLƏRİNİN MORFOMETRİK ÖLÇÜLƏRİNDƏ SH- QRUPUNUN MİQDARINA TƏSİRİ

Afaq Rzayeva[1], Roza Məmmədova[2], Gülnar Şirinova[3]

[1,2]Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi, Torpaqşünaslıq İnstitutu
[3]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti "Kimya texnologiya fakültəsi"
[1]Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru,https://orcid.org/0000-0002-9840-7305, afaq.rzayeva@list.ru
[2]Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru,https://orcid.org/0000-0001-8978-374X, roza2919@mail.ru
[3]Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, http://orcid.org/0009-0008-5128-605X, shirinligulnar@gmail.com

XÜLASƏ

Bitki orqanizmlərində, onların morfometrik ölçülərinin tərkibində SH-qrupu saxlayan birləşmələr vardır. Bunların miqdarı, ətraf mühitin ekstremal faktorlarına davamlılığı arasındakı əlaqənin yaranmasında böyük rol oynayır. Bu baxımdan da bitkilərdə SH qrupunun aydınlaşdırılması tədqiqatlarda diqqət mərkəzində saxlanılır**.** Aparılan tədqiqatlardan məlum olmuşdur ki, ətraf mühitin ekstremal faktorlarının təsiri altında bitki orqanizmində SH-qrupunun metabolizmi pozulur.

Bildiyimiz kimi, dənli bitkilər insanın gündəlik qidasının mühüm tərkib hissəsini təşkil edir. Dənli bitkilərdən biri olan buğda qədim dövrlərdən bəri insan pəhrizlərinin əsas elementlərini təşkil edir. Çünki buğdanın unikal xüsusiyyətləri vardır; bu xüsusiyyətlər onun yapışqan xəmir yaratmasına imkan verir və bu da çörək, makaron və spagetti, həmçinin digər qidaların hazırlanmasında istifadə olunur.

Buğda dənələri xarici görünüşü və kimyəvi tərkibinə görə fərqlənir. Bəzi dənələr daha qısa, ortasında şişkin, digərləri isə əksinə, daha uzun və enli olur. Elə dənələr var ki, daxili hissəsi ağ, unlu olur, digərləri isə əksinə, sıxıldıqda qeyri-müntəzəm parçalara ayrılır və daxili hissəsi şəffaf, sarımtıl rəngdədir. Sonuncuları şüşəvari adlandırırlar: bunlar adətən kövrək və sərt olur; unlu dənələr isə, əksinə, yumşaqdır.

Buğda dənlərində SH qrupu,onun kimyəvi tərkibində vacib amili kimi qiymətləndirilir. Bu bitkinin cücərtilərində SH qrupunun mübadilə reaksiyaları geniş şəkildə tədqiq edilib. Lakin onların funksiyasıları haqqında fikirlər yürütmək bir qədər çətindir. SH-in ölçülməsi üçün əsas əngəllərdən biri onların çox kiçik konsentrasiyalarda mövcud olmasıdır.

Lobya da insan orqanizmi üçün vacib olan bir sıra mühüm komponentləri özündə daşıyır.

Lobya bitkisinin də tərkibində, tokoferollar, doymamış yağ turşuları, peptidlər və digər komponentlər daxildir. Ədəbiyyat materiallarında da lobyanın kimyəvi tərkibi haqqında mühüm məlumatlara rast gəlmək olur. Bunlara antioksidant, antimikrob və xərçəng əlehinə təsir göstərən birləşmələr daxildir. Lobya sərin, quru yerdə saxlanarsa onun kimyəvi tərkibinin qorunmasına şərait yaradar. Lakin, zaman keçdikcə onların qida dəyəri və dadı pisləşir, bu da onun kimyəvi tərkibində baş verən dəyişikliklər ilə əlaqələndirilir. SH- qrupunun birləşmələri lobya toxumlarında fərqlənir. Fərqlənmə xüsusiyyətlərinə bitkinin böyüməsi və müxtəlif becərmə üsulları, kimyəvi tərkibi aid ola bilər. Qurudulma prosesi də mövcud SH qrupunun miqdarına təsir göstərə bilər. Lobya toxumlardan SH birləşmələrinin çıxarılması üçün ən yaxşı etanol

həlledicisidir. SH- birləşmələrinin lobya toxumlarından ekstraksiyası optimal şəkildə aparıla bilər. Əlbəttə ki, istifadə olunan olunan həlledicilər şəraitə uyğun olmalıdır. Həlledicinin seçimi, nümunədən çıxarılan birləşmənin növünü müəyyən edir .

Açar sözlər: *Buğda, lobya, SH qrupu, ətraf mühit*

GİRİŞ

Məqalədə izoanin və izokation duzların bir və ikiləpəli toxumların cücərtilərində SH- qrupunun miqdarının dəyişməsinə təsiri tədqiq edilmişdir. Aparılan tədqiqatlar nəticəsində məlum olmuşdur ki,buğda və lobya cücərtilərinin müxtəlif hissələrində (köklərində və yerüstü hissəsində) SH-qrupunun miqdarı cücərtilərinin yaşından asılı olaraq dəyişir [1].

Birləpəli bitkilərdən olan buğda, insan orqanizminin metabolik fəaliyyətində vacib rol oynayan karbohidratlar, zülallar, minerallar, vitaminlər və digər bioaktiv birləşmələrdən ibarətdir. Cücərmə zamanı bütöv taxılların qida tərkibi əhəmiyyətli dərəcədə artır. Xüsusilə, cücərmiş bütöv dənələr, yüksək miqdarda zülala malikdir. Amin turşularının tərkibi taxılın növündən və cücərmə müddətindən asılı olaraq dəyişir.Toxum cücərən zaman onun molekulyar strukturlarında dəyişiklik baş verir. Cücərtilərin əsasında hazırlanan qida məhsulları, strukturun yumşaldılması, qida dəyəri və bioaktiv tərkibin artırılması ilə müxtəlif məhsulların keyfiyyətini artırmaq üçün geniş istifadə olunur. Cücərmənin, biokimyəvi və biofunksional birləşmələrdə iştirakı endogen fermentlərin aktivləşdirilməsi ilə yanaşı, qidaların qidalıq dəyərinin artırılmasında da böyük rol oynayır. Məhsuldar toxumların inkişafı, cücərməsi üçün müəyyən şərtlər təmin edilməlidir. Bu şərtlərə suyun kifayət qədər təmin edilməsi, uyğun temperatur və işıq aiddir. Cücərmiş taxılların tərkibi zəngin olur. Belə ki, bu cür taxıllar zülalların və nişastanın həzm olunmasını yaxşılaşdırır, həmçinin vitaminlər və amin turşuları kimi qidaların da qida dəyərini artırır. Buğda, paxla və soya toxumları ilə müqayisə edildikdə, onun cücərmiş toxumları bəzi suda həll olunan vitaminlərin (buğda cücərtilərində B_1 və B_6 vitaminləri) artımını göstərir.

Lobya da kənd təsərrüfatında xüsusi əhəmiyyətə malik olan qida bitkisidir. Onun cücərtiləri hüceyrə zədələnməsindən qoruyan, xərçəng və ürək xəstəlikləri riskini azalda bilən antioksidant mənbəyidir. Lobya cücərtilərində vitamin və minerallar vardır. Bu vitamin və minerallara aşağıdakılar daxildir: [2].

- ✓ Vitamin C
- ✓ Zn,
- ✓ Fe
- ✓ Ca

Lobya kimi paxlalı bitkilər zəngin zülal tərkibinə malik olduğu üçün protein mənbəyi hesab edilir. Paxlalı bitkilərin tərkibində karotenoidlər də vardır ki, ən yüksək miqdarda karotenoidlər də qırmızı paxlada tapılmışdır. Paxlalı bitkilərdə izoanin duzları azot fiksasiyasında böyük rol oynayır[3].

Birləpəli bitkilərdə olduğu kimi, ikiləpəli bitkilərin toxumlarında da suda həll olunan SH birləşmələri var[4,5]. Suyun həlledici kimi istifadə edilməsi ətraf mühitə heç bir təsir göstərmir, amma istənilməyən protein və polisaxaridlərin həll olmasına səbəb olur[6].

Material və metodlar

Tədqiqat obyekti kimi 7 günlük buğda və lobya cücərtilərindən istifadə edilmişdir. Kontrol kimi götürülən cücərtiləri distillə olunmuş suda, təcrübə variantının cücərtiləri isə izoanin (NaCl-0,125

M:Na_2CO_2-0,062: Na_2SO_4-0,062M: Na_2HPO_4-0,062) duzlarının məhsullarında becərilmişdir[3].SH-qrupunun miqdarı 7- günlük cücərtilərin köklərində və gövdələrində amperometrik titrləmə metodu ilə təyin edilmişdir. Bunun üçün ölçü elektrodu kimi fırlanan platin elektrodundan, müqayisə elektrodu kimi doymuş xlor-gümüş elektrodundan istifadə olunmuşdur. Bitki toxumasında SH-qrupunun miqdarı 1 q yaş çəkiyə görə hesablanmışdır.

Nəticələr və onların müzakirəsi

Aparılan tədqiqatlardan məlum olmuşdur ki, buğda və lobya cücərtilərinin köklərində və yerüstü hissəsində SH-qrupunun miqdarı cücərtilərinin yaşından asılı olaraq dəyişir. Belə ki, cücərtilərin böyüməsi ilə SH-qrupunun miqdarı həm köklərdə, həm də gövdədə azalır. Təcrübədə istifadə olunan kulturaları müqayisə etdikdə bütün variantlarda lobya cücərtilərində SH - qrupunun miqdarı buğda cücərtiləri ilə müqayisədə daha yüksəkdir[7].

Eyni zamanda təcrübədə istifadə olunan izoanion və izokation duzlarının təsiri altında cücərtilərin köklərində və gövdəsində SH-qrupunun miqdarı azalır[8].

Belə ki, 4-sutkalıq təsirindən sonra kationlardan K^+ təsiri altında cücərtilərin köklərində SH-qrupunun miqdarı kontrol cücərtilərlə müqayisədə 52% azalır, bu cür azalma Na^+ təsiri altında 30%-ə Mg^{2+} kationun təsiri altında 26% qədər olmuşdur. Anionlara gəldikdə, daha çox azalma CO_3^{2-} və Cl^- anionlarının təsiri ilə müşahidə olunur. Biitkilərin yarpaqlarının qurudulmuş toxuma nümunələrində Na+, Cl^- kimi mineralların ümumi konsentrasiyasının təhlili aparılmışdır[9,10].

Nəticə

1.Buğda və lobya cücərtilərinin köklərində və yerüstü hissəsində SH- qrupunun miqdarı cücərtilərin yaşından asılı olaraq dəyişir.

2.İzoanin və izokation duzlarının təsiri altında cücərtilərin köklərində və gövdəsində SH-qrupunun miqdarı azalır.

Ədəbiyyat

1.Jannat S, Shah A, Sabir S. Nutraceutical characterisation of common bean (Phaseolus vulgaris L.) germplasm from Pakistan. Int Food Res J 2019; 26(6): 1835-1843.

2.Blair MW, Astudillo C, Grusak MA, Graham R, Beebe SE. Inheritance of seed iron and zinc concentrations in common bean (Phaseolus vulgaris L.). Mol Breed 2009; 23(2): 197-207.

3.Abdelhady N, Abdallah G. 2016. HPLC/MS/MS study of phenolic compounds of Leucaena leucocephala legumes monitored with their in vitro antihyperglycemic activity. Eur J Med Plants 17 (4): 1-9.

4.Левитт Дъ. Роль групп в резистентности к высоким и низким температурам. В св. Клетка и температура среды. М., Наука, 1974, с.180-184

5. Ибрагимов М.Х.Содеръание сульфгидрильных групп в различных органах некоторых цветковых растений. Уэб. Биол. журнал, Ташкент,1974,№2. С.20-23

6.Plaza M, Turner C. 2015. Trends in analytical chemistry pressurized hot water extraction of bioactive. Trends Anal Chem 71: 39-54.

7.NaCl-un etiolo olunmuş və yaşıl arpa cücərtilərində SH- qrupunun miqdarına təsiri. Bakı Universitetinin xəbərləri. Təbiət elmləri seriyası, №2, 1998, s.51-57.

8.Касумов Н.А.Автореферат диисерт. докт. биол-наук. Баку,1975,43с

9.Andersone-Ozola, U.; Jēkabsone, A.; Karlsons, A.; Romanovs, M.; Ievinsh, G. Soil chemical properties and mineral nutrition of Latvian accessions of *Trifolium fragiferum*, a crop wild relative plant species. *Environ. Exp. Biol.* **2021**, *19*, 245–254.

10.Metsalu, T.; Vilo, J. ClustVis: A web tool for visualizing clustering of multivariate data using Principal Component Analysis and heatmap. *Nucleic Acids Res.* **2015**, *43*, W566–W570.

Влияние изоанина и изокационного солей на количество SH-групп в морфометрических измерениях всходов пшеницы и фасоли.

Афаг Рзаева[1], Роза Мамедова[2], Гюльнар Ширинова[3]
[1,2]Министерство Науки и Образования Азербайджанской Республики, Институт Почвоведения
[3]Отдел Химические технологии, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
[1]Кандидат биологических наук,https://orcid.org/0000-0002-9840-7305, afaq.rzayeva@list.ru
[2]Кандидат биологических наук,https://orcid.org/0000-0001-8978-374X, roza2919@mail.ru
[3]Кандидат биологических наук, http://orcid.org/0009-0008-5128-605X, shirinligulnar@gmail.com

РЕЗЮМЕ
В растительных организмах существуют соединения, содержащие SH-группы, в их морфометрических измерениях. Количество этих соединений играет важную роль в установлении связи между устойчивостью к экстремальным факторам окружающей среды. В этом контексте уточнение роли SH-группы в растениях остается в центре внимания исследований. Проведенные исследования показали, что под воздействием экстремальных факторов окружающей среды метаболизм SH-групп в растительном организме нарушается.
Как известно, зерновые растения составляют важную часть повседневного рациона человека. Одним из таких растений является пшеница, которая с древних времен является основным элементом человеческого рациона. Это связано с уникальными характеристиками пшеницы, которые позволяют ей образовывать липкое тесто, что используется для приготовления хлеба, макарон, спагетти и других продуктов.
Зерна пшеницы отличаются внешним видом и химическим составом. Некоторые зерна более короткие, с выпуклостью в середине, другие, наоборот, длиннее и шире. Есть зерна, у которых внутренняя часть белая и мучнистая, а есть такие, которые при сжатии распадаются на неровные кусочки, а их внутренняя часть прозрачная и желтоватая. Эти зерна называют стекловидными: они обычно хрупкие и твердые, в то время как мучнистые зерна, наоборот, мягкие.
SH-группа в зернах пшеницы считается важным элементом в их химическом составе. Обменные реакции SH-группы в проростках этого растения были широко изучены. Однако достаточно сложно сделать выводы о их функциях. Одним из основных препятствий для измерения SH-групп является их существование в очень низких концентрациях.
Фасоль также содержит несколько важных компонентов, которые необходимы человеческому организму. В составе растения фасоли имеются токоферолы, ненасыщенные жирные кислоты, пептиды и другие компоненты. В литературных источниках также встречается важная информация о химическом составе фасоли. К ним относятся соединения с антиоксидантным, антимикробным и противораковым действием. Если фасоль хранить в прохладном, сухом месте, это способствует сохранению ее химического состава. Однако со временем их питательная ценность и вкус ухудшаются, что связано с изменениями, происходящими в химическом составе. Соединения SH-группы в семенах фасоли отличаются. Эти различия могут быть связаны с ростом растения, различными методами выращивания и химическим составом. Процесс сушки также может повлиять на количество существующих SH-групп. Этанол является лучшим растворителем для извлечения SH-соединений из семян фасоли. Экстракция SH-соединений из семян фасоли может быть проведена оптимально. Конечно, используемые растворители должны соответствовать условиям. Выбор растворителя определяет тип соединения, которое будет извлечено из образца.

Ключевые слова: *пшеница, фасоль, SH-группа, окружающая среда.*

EFFECT OF İSOANİNE AND İSOCATİON SALTS ON THE AMOUNT OF SH-GROUPS İN MORPHOMETRİC MEASUREMENTS OF WHEAT AND BEAN SPROUTS

Afaq Rzayeva[1], Roza Mammadova[2], Gulnar Shirinova[3]

[1,2]Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan
[3]Department of Chemical Technology, Azerbaijan State Oil and Industry University
[1]PhD in biological sciences,https://orcid.org/0000-0002-9840-7305, afaq.rzayeva@list.ru
[2]PhD in biological sciences,https://orcid.org/0000-0001-8978-374X, roza2919@mail.ru
[3]PhD in biological sciences,http://orcid.org/0009-0008-5128-605X, shirinligulnar@gmail.com

ABSTRACT

In plant organisms, there are compounds containing SH groups in their morphometric measurements. The amount of these compounds plays a significant role in the development of the relationship between resistance to extreme environmental factors and sustainability. In this regard, the clarification of the SH group in plants remains a focus of research. Studies have shown that under the influence of extreme environmental factors, the metabolism of SH groups in plant organisms is disrupted.

As we know, cereal plants are an important part of the human daily diet. Wheat, one of the cereal plants, has been a major component of human diets since ancient times. This is because wheat has unique characteristics; these properties allow it to form sticky dough, which is used in the preparation of bread, pasta, spaghetti, and other foods.

Wheat grains differ in their external appearance and chemical composition. Some grains are shorter and swollen in the middle, while others are longer and wider. Some grains have a white, floury interior, while others, when crushed, break into irregular pieces, with an interior that is transparent and yellowish. The latter are called vitreous grains: they are typically brittle and hard, while floury grains are soft.

The SH group in wheat grains is considered an important factor in its chemical composition. The exchange reactions of the SH group in the seedlings of this plant have been extensively studied. However, it is somewhat difficult to draw conclusions about their functions. One of the main obstacles to measuring SH groups is that they exist in very small concentrations.

Beans also contain several important components that are essential for the human body. The bean plant contains tocopherols, unsaturated fatty acids, peptides, and other components. Important information about the chemical composition of beans can also be found in the literature. These include compounds that have antioxidant, antimicrobial, and anticancer effects. If beans are stored in a cool, dry place, it helps preserve their chemical composition. However, over time, their nutritional value and taste deteriorate, which is associated with changes in their chemical composition. The SH group compounds in bean seeds vary. The differences may be related to the plant's growth and various cultivation methods, as well as its chemical composition. The drying process can also affect the amount of the existing SH group. Ethanol is the best solvent for extracting SH compounds from bean seeds. The extraction of SH compounds from bean seeds can be carried out optimally. Of course, the solvents used should be suitable for the conditions. The choice of solvent determines the type of compound extracted from the sample.

Keywords: *Wheat, beans, SH group, environment*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1658

NEW GENERATION PREPARATIONS INDUCING PLANT GROWTH AND RESISTANCE TO INFECTIOUS DISEASES

V. Abbasov[1], R. Asadova[1],

[1,2]Ministry of Science and Education *Y.H. Mamedaliyev's Institute of Petrochemical Processes,* Baku, Azerbaijan
[1]Director of the Institute of Petrochemical Processes,Academician of the National Academy of Sciences, http://orcid.org0009-0003-9270-6624, nkpi@nkpi.az
[2]Acting Senior Research Fellow of the Institute, r.asadova88@mail.ru, http://orcid.org 0009-0006-2645-3931
of the Ministry of Science and Education, Azerbaijan, Extraction Laboratory, r.asadova88@mail.ru

Abstract

The petrochemical industry is one of the strategic sectors closely linked to various fields of the national economy, including agriculture. This industry plays a significant role in the development of agriculture by serving as an essential source of raw materials for the production of various fertilizers and stimulants. Petrochemistry facilitates the synthesis of new types of reagents based on petroleum acids of different compositions and structures, contributing significantly to increasing agricultural productivity and enhancing plant resistance to diseases. These reagents are applied in various agricultural technologies, helping to maintain soil fertility and ensure the healthy growth of plants.

In recent years, scientific research has focused on the synthesis of new organic chemical compounds based on local raw materials. Within this framework, plant stimulants have been obtained using simple and efficient technological methods, and their chemical and biological properties have been studied. These stimulants accelerate plant growth and enhance their resistance to various environmental and stress factors. Additionally, theoretical and practical research has shown that the use of these substances has a significant impact on increasing agricultural productivity and preserving plant health.

New-generation preparations have been developed to promote plant growth and enhance their resistance to infectious diseases. For this purpose, natural petroleum acids and salts of salicylic acid have been synthesized, and solutions of these compounds with different concentrations have been prepared to study their effects on plant seeds. The research has shown that these substances strengthen the plants' immune system, increase their resistance to diseases, and help promote healthy growth.

Considering the role of fertilizers in agriculture, the fertilizer "AzofosK" has been used as a feeding agent. "AzofosK," which contains three essential nutrients − nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K) has been applied. This fertilizer provides the necessary elements for the normal growth of plants, increasing productivity and maintaining soil fertility.

Scientific research aimed at creating new-generation preparations that accelerate plant growth and make them more resistant to infectious diseases will enable the development of environmentally friendly plant stimulators and fertilizer technologies. The research conducted in this field will contribute significantly to the sustainable development of agriculture, helping to increase productivity and preserve the ecosystem.

Keywords - natural petroleum acids, salicylic acid, plant stimulants, synthesis, physicochemical analysis

Objective

In recent years, significant attention worldwide has been directed towards the issues of environmental pollution and food safety arising from the excessive or improper use of chemical pesticides. Pesticides play a crucial role in enhancing efficiency, quality, and productivity in agriculture. However, when overused or misapplied, they can lead to environmental contamination and pose risks to human health [1].

In recent years, there has been a growing interest in environmentally friendly agricultural technologies and biologically based methods for combating diseases of agricultural crops. One of the most promising directions in plant protection is enhancing their systemic resistance using certain chemical compounds of biogenic origin. Environmentally friendly agricultural technologies include methods aimed at reducing negative impacts on the environment and human health. These methods encompass the use of organic fertilizers, crop rotation, mulching, and biological plant protection products [2].

Salicylic acid (SA) belongs to phytohormones that provide resistance of plants to damage by various pathogens. It was found from the studies conducted by Raskin that SA was found in small quantities in the leaves, roots, flowers and fruits of many plants.

Salicylic acid was first obtained from the bark of the willow tree (Salix alba) in 1839 by the German chemist Hermann Kolbe. He isolated salicylic acid from plant material, and later, in 1860, it became possible to synthesize salicylic acid artificially, which was an important step in its further application and study. However, before that, in the 18th century, it was noted that willow had medicinal properties, particularly used for reducing pain and inflammation. This led to the discovery of salicylic acid in plants, and later, with the development of chemistry, it became possible to synthesize it for broader use [3].

In the studies of Tarchevski I.A., with the participation of SA, the transport of newly formed proteins to the nucleus, chloroplasts, mitochondria and vacuoles occurs. SA increases the sensitivity of plants to infection and negative environmental influences. Studies conducted by Bayburina E.V., Fazlutdinova A.I. showed that SA can reduce the damaging effect of heavy metal ions in rice plants. SA has the ability to induce systemic acquired tolerance of plants to various pathogens. It stimulates the production of specific proteins involved in the fight against pathogens, thus plants become more resistant to diseases. SA is the most studied inducer used to increase the tolerance of plants to phytopathogens [4-6].

In optimizing the conditions for multiplication in isolated plant cultures, the use of phenolic carboxylic acids as growth regulators and inducers of resistance is possible. It has been shown that under the influence of salicylic acid, the activity of hydrolytic enzymes involved in plant defense reactions is enhanced [7].

An important advantage of using SK as resistance inducers is their multifactorial action, which is related to a wide spectrum of activity against various plants and pathogens, as well as other environmental stress factors, and is characterized by low cost [8].

Research has been conducted in this area on various agricultural plants at the Institute of Petrochemical Processes. Thus, sodium, potassium salts of natural petroleum acid (NPA) and triethanolamine, isobutylamine complexes have an effect on plants as plant growth stimulants [9-11].

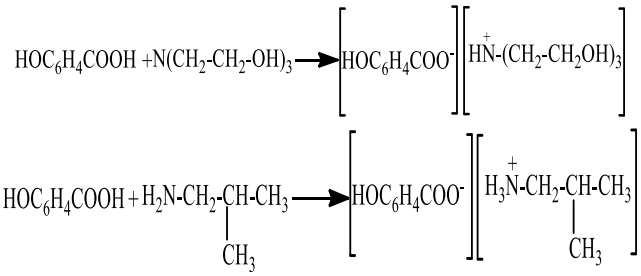
Methods

The synthesis of salts and complexes of salicylic acid was carried out in laboratory conditions. Thus, the reaction was carried out in a three-necked flask equipped with a stirrer, heater and thermometer.

The reaction is carried out in a 1:1 ratio. A calculated amount of acid was placed in the flask, a calculated amount of alkali (20% NaOH or KOH solution in water) was added to it, mixed, and the reaction was carried out at 50-60°C for 30-40 minutes. The reactions proceed according to the following scheme:

$$HOC_6H_4COOH + NaOH \longrightarrow HOC_6H_4COONa + H_2O$$
$$HOC_6H_4COOH + KOH \longrightarrow HOC_6H_4COOK + H_2O$$

For the synthesis of the complex compound, a calculated amount of acid was placed in a beaker, triethanolamine or isobutylamine was added, and the reaction was carried out at 40-50°C for 50-60 minutes.



The structures of the synthesized salts and complexes of salicylic acid were recorded on an ALPHA IR-Fourier spectrophotometer of the German company BRUKER and their physicochemical properties were studied. In Figures 1-4, the IR spectra of the salts of salicylic acid were recorded and their composition was studied.

Results

The spectrum of the sodium salt of salicylic acid contains the following absorption bands: the absorption band at 1654, 1609 cm^{-1} disappears, and the absorption band at 1590, 1623 cm^{-1} ($-COO^-$) specific to the carboxyl ion appears.

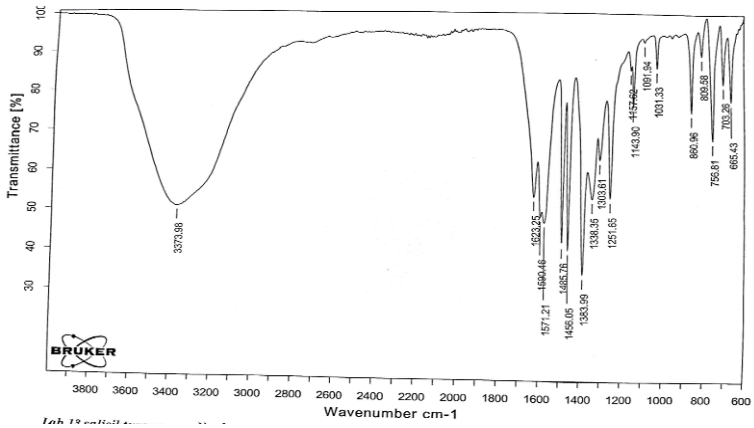


Figure 1. IR spectrum of the sodium salt of salicylic acid

The absorption bands shown in the spectrum of the potassium salt of salicylic acid are present: the absorption bands at 1654, 1609 cm^{-1} disappear, and new absorption bands at 1571, 1596, 1648 cm^{-1} ($-COO^-$) characteristic of the carboxyl ion are formed.

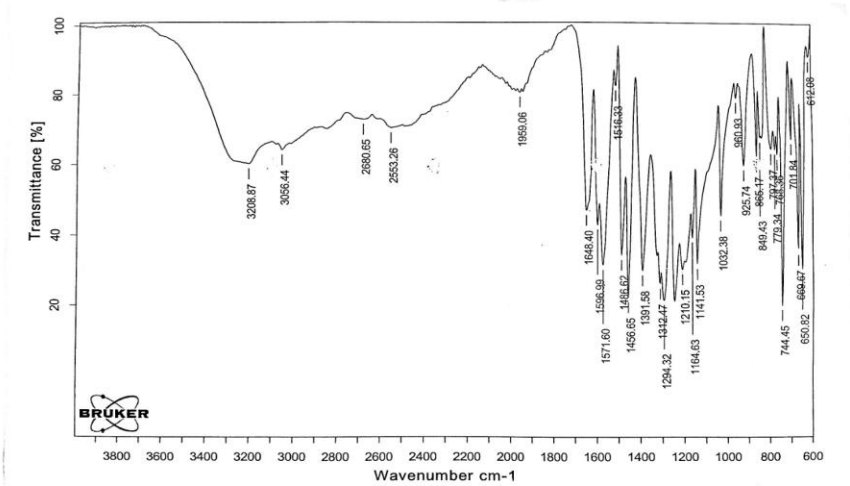


Figure 2. IR spectrum of the potassium salt of salicylic acid

The spectrum of the complex of salicylic acid with TEA contains the following absorption bands: an absorption band specific to the carboxyl ion ($-COO^-$) at 1625, 1573 cm^{-1} is formed, and an absorption band specific to the NH^+ amine at 2261, 2569 cm^{-1} is observed.

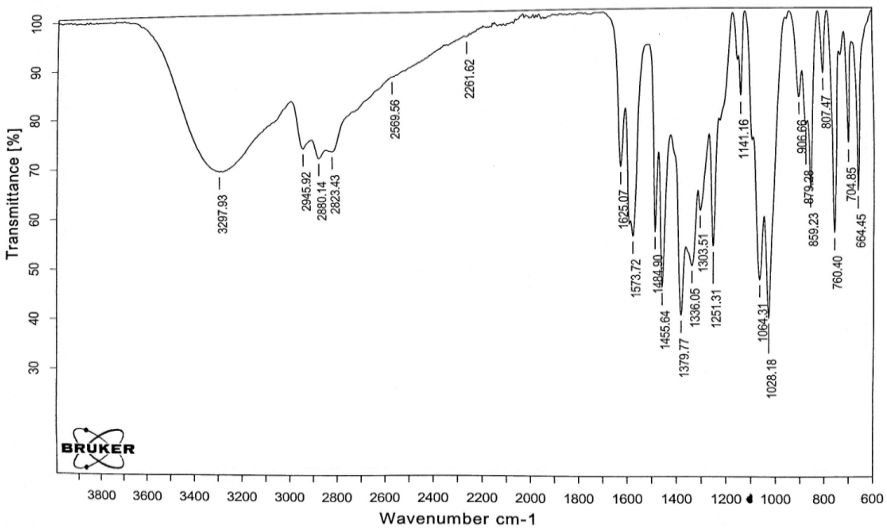


Figure 3. IR spectrum of the TEA complex of salicylic acid

The spectrum of the complex compound of salicylic acid with IBA has the following absorption bands: 1625, 1518, 1557 cm^{-1} ($-COO^-$) absorption band characteristic of carboxyl ion is formed. 2573, 2659, 2713 cm^{-1} absorption band characteristic of amine is observed.

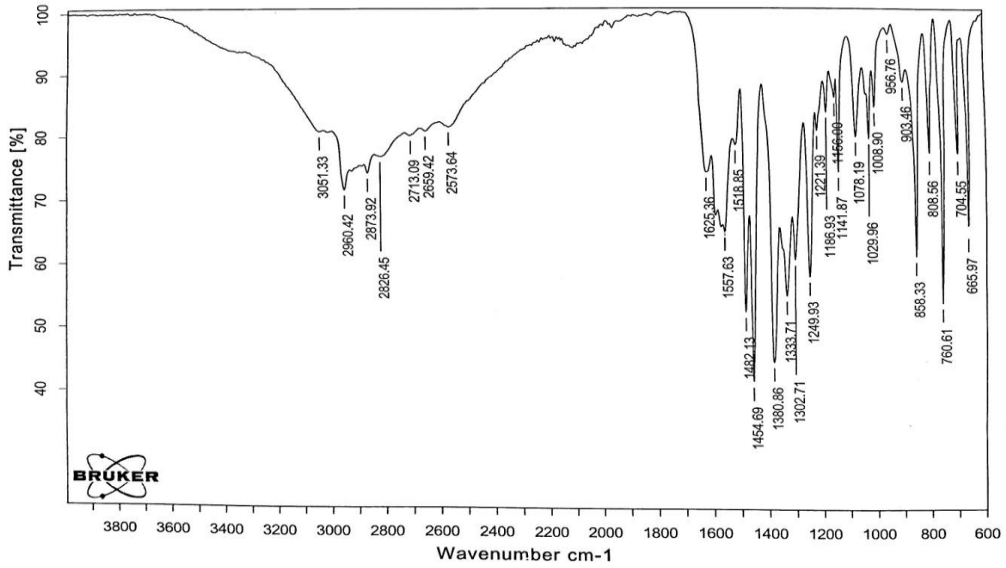


Figure 4. IR spectrum of the IBA complex of salicylic acid

The physicochemical properties of 40% aqueous solutions of the synthesized compounds were also studied:

Properties of the synthesized sodium salt − pH-7-8.0, density 1.0047 g/cm^3, white crystalline powder.

Properties of the potassium salt of salicylic acid − pH-7-8.0, density 1.0173 g/cm^3, white crystalline substance.

Properties of the synthesized TEA complex − pH-7.5-8.0 density 0.9860 g/cm^3, yellowish substance.

Properties of the complex of salicylic acid with IBA − pH-7.5-8.0 density 1.0704 g/cm^3, white crystalline substance.

Solutions of the synthesized salts with concentrations of 1, 0.1, 0.01, and 0.0001% were prepared in water, and the effect on seeds was investigated. The research has shown that solutions with concentrations of 0.001% and 0.0001% have a positive effect on seed germination.

The study of the effect of compositions of natural petroleum acid compounds with salicylic salts in a 1:1 ratio showed that they play an important role in regulating physiological and biochemical processes throughout the plant's life. The seeds were kept in the solutions and, as a control group, the seeds were kept in the solutions for 24 hours, then planted in plastic containers filled with soil. During the growth period, the plants were provided with AzofosK fertilizer.

Conclusion

The study of the effect of compositions of NPA compounds with salicylic salts in a 1:1 ratio showed that they play an important role in the regulation of physiological and biochemical processes throughout the life of the plant. The results obtained create a theoretical basis for the use of salicylates, as they create conditions for the preparation of a new generation of preparations that induce the tolerance of cotton plants to infectious diseases.

As a result of the conducted research, it was found that weakly concentrated aqueous

solutions of salts and complexes of natural petroleum acids penetrate the endosperm of plant seeds and accelerate the synthesis of hydrolytic enzymes there. When applying weakly concentrated aqueous solutions of salts and complexes of salicylic acid to seeds, it was found that they reduce the sensitivity of plants to stress. Thus, they increase their resistance to stress, even if the plant is left without water for a long time.

This research work was carried out with the financial support of the Azerbaijan Science Foundation: Grant project: No. AEF-MCG-2022-1(42)-12/09/4-M-09

References

[1] Dai WB. Research on prevention and control of chinese agricultural ecological environment pollution to ensure food safety. Advanced Materials Research-Switz. 2013;616–618:2247–2250. DOI:10.4028/www.scientific.net/AMR.616-618.2247

[2] Jones AME, Monaghan J, Ntoukakis V. Editorial: Mechanisms regulating immunity in plants. Front. Plant Science. 2013;4:64. DOI:10.3389/fpls.2013.00064.

[3] Wypych, G. (2014). Handbook of Odors in Plastic Materials (2nd ed.). Wiley. https://doi.org/10.1002/9783527685059

[4] Колупаев Ю. Е., Ястреб Т.О. Стресс-протекторные эффекты салициловой кислоты и ее структурных аналогов. Физиология и биохимия культурных растений. 2013. Т. 45, № 2. С. 113–126.

[5] Koo Y.M., Heo A.Y., Choi H.W. Salicylic acid as a safe plant protector and growth regulator. Plant Pathology Journal. 2020. Vol. 36(1). P. 1–10. DOI: 10.5423/PPJ.RW.12.2019.0295.

[6] Yakunina A.V., Sinitsina Yu.V. The effects of different concentrations of salicylic and succinic acids on the germination and morphometric parameters of oat Avena sativa L. and wheat Triticum durum L. Sib. Fed. Univ. Biol. 2023. 16(1). P. 54–63. EDN: NVSQPN.

[7] Шорников Д. Г. Действие салициловой кислоты на процессы размножения и укоренения растений in vitro, Биология будущего: традиции и инновации : материалы Всероссийской, с международным участием, конференции молодых учёных, посвященной 90-летию Уральского государственного университета им. А.М. Горького (Екатеринбург, 25-28 октября 2010 г.). — Екатеринбург : Издательство АМБ, 2010. — С. 82-83.

[8] Wani AB, Chadar H, Wani AH. Salicylic acid to decrease plant stress. Environmental Chemistry Letters. 2017;15:101-123. DOI: 10.1007/s10311-016-0584-0.

[9] Асадова Р. А., Исмаилов И.Т., Алиева А.А. Получение стимуляторов роста растений на основе нефтяных кислот. Известия ТулГУ. Серия Естественные науки. 2022. № 3. С. 3–17.

[10] Asadova R.A., Abbasov V.M., Allahverdiyev E.I., Gurbanova G.G. Study of the effect of synthesized compounds based on organic acids on plant seeds. PPOR. 2020. Vol. 21, № 1. P. 155–167.

[11] Abbasov V.M., Asadova R.A., Ismayilov T.A., Ismayilov I.T. Checking the physical-chemical properties of the solutions of complex compounds and salts of natural petroleum acids and their effect on the seeds of the tobacco plant. PPOR. 2019. Vol. 20, № 3. P. 212–222.

Bitki boy artımını və infeksion xəstəliklərə qarşı davamlılığı stimullaşdıran yeni nəsil preparatlar

V. Abbasov[1], R. Əsədova[1]

[12]Elm və Təhsil Nazirliyi, Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan
[1]Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun direktoru, Milli Elmlər Akademiyasının akademiki, http://orcid.org/0009-0003-9270-6624, nkpi@nkpi.az
[2]İnstitutun baş elmi işçisi əvəzi, r.asadova88@mail.ru, http://orcid.org/0009-0006-2645-3931
Elm və Təhsil Nazirliyi, Azərbaycan, Ekstraksiya laboratoriyası, r.asadova88@mail.ru

Xülasə

Neft-kimya sənayesi xalq təsərrüfatının müxtəlif sahələri, o cümlədən kənd təsərrüfatı ilə sıx bağlı olan strateji sektorlardan biridir. Bu sənaye sahəsi kənd təsərrüfatının inkişafında mühüm rol oynayaraq, müxtəlif gübrə və stimulyatorların istehsalı üçün vacib xammal mənbəyi kimi çıxış edir. Neft kimyası, müxtəlif tərkibli və quruluşlu neft turşuları əsasında yeni növ reagentlərin sintezini təmin etməklə, kənd təsərrüfatında məhsuldarlığın artırılmasına və bitkilərin xəstəliklərə qarşı müqavimətinin yüksəldilməsinə əhəmiyyətli töhfə verir. Bu reagentlər müxtəlif kənd təsərrüfatı texnologiyalarında tətbiq olunaraq, torpaq münbitliyinin qorunmasına və bitkilərin sağlam inkişafına imkan yaradır.

Son illərdə aparılan elmi araşdırmalar yerli xammal əsasında yeni üzvi kimyəvi maddələrin sintezinə yönəldilmişdir. Bu çərçivədə, sadə və səmərəli texnoloji üsullarla bitki stimullaşdırıcıları əldə edilmiş, onların kimyəvi və bioloji xüsusiyyətləri araşdırılmışdır. Bu stimullaşdırıcılar, bitkilərin böyüməsini sürətləndirərək, onların müxtəlif ekoloji və stress faktorlarına qarşı müqavimətini artırır. Həmçinin, nəzəri və praktiki tədqiqatlar göstərmişdir ki, bu maddələrin istifadəsi kənd təsərrüfatında məhsuldarlığın artmasına və bitki sağlamlığının qorunmasına mühüm təsir göstərir.

Bitkilərin inkişafını təsir edən və onları infeksion xəstəliklərə qarşı daha dözümlü edən yeni nəsil preparatlar hazırlanmışdır. Bu məqsədlə təbii neft turşularının və salisil turşusunun duzlarının sintez olunmuş, bu birləşmələrin suda müxtəlif qatılıqda məhlulları hazırlamaraq, bitki toxumlarına təsiri araşdırılmışdır. Aparılan araşırmalardan məlum olmuşdur ki, bu maddələr bitkilərin immun sistemini gücləndirərək, onların xəstəliklərə qarşı müqavimətini artırır və sağlam böyüməsinə kömək edir.

Kənd təsərrüfatında gübrələrin rolu da nəzərə alınaraq, yemləmə kimi “AzofosK” gübrəsindən istifadə olunub. Üç əsas qida elementi olan azot (N), fosfor (P) və kalium (K) tərkibli "AzofosK" gübrəsindən istifadə olunmuşdur. Bu gübrə bitkilərin normal inkişafı üçün vacib elementləri təmin etməklə, məhsuldarlığı artırır və torpaq münbitliyini qoruyur.

Bitkilərin inkişafını sürətləndirən və onları infeksion xəstəliklərə qarşı daha davamlı edən yeni nəsil preparatların yaradılması istiqamətində aparılan elmi-tədqiqat işləri, ekoloji cəhətdən təmiz bitki stimulyatorlarının və gübrə texnologiyalarının inkişafına imkan verəcəkdir. Bu sahədə aparılan araşdırmalar kənd təsərrüfatının davamlı inkişafına mühüm töhfə verərək, məhsuldarlığın artırılmasına və ekosistemin qorunmasına kömək edəcəkdir.

Препараты нового поколения, стимулирующие рост растений и устойчивость к инфекционным заболеваниям

В. Аббасов[1], Р. Асадова[1]

[12]Институт нефтехимических процессов имени Ю.Г. Мамедалиева Министерства науки и образования, Баку, Азербайджан

[1]Директор Института нефтехимических процессов, академик Национальной академии наук, http://orcid.org/0009-0003-9270-6624, nkpi@nkpi.az

[2]И.о. старшего научного сотрудника Института, r.asadova88@mail.ru, http://orcid.org/0009-0006-2645-3931

Министерство науки и образования Азербайджана, лаборатория экстракции, r.asadova88@mail.ru

Аннотация

Нефтехимическая промышленность является одной из стратегических отраслей, тесно связанных с различными сферами народного хозяйства, включая сельское хозяйство. Эта отрасль играет важную роль в развитии сельского хозяйства, выступая в качестве основного источника сырья для производства различных удобрений и стимуляторов. Нефтехимия способствует синтезу новых видов реагентов на основе нефтяных кислот различного состава и структуры, что значительно способствует повышению продуктивности сельского хозяйства и усилению устойчивости растений к болезням. Эти реагенты применяются в различных агротехнологиях, способствуя сохранению плодородия почвы и обеспечению здорового роста растений.

В последние годы научные исследования были направлены на синтез новых органических химических веществ на основе местного сырья. В рамках этих исследований с помощью простых и эффективных технологических методов были получены стимуляторы роста растений, и исследованы их химические и биологические свойства. Эти стимуляторы ускоряют рост растений и повышают их устойчивость к различным экологическим и стрессовым факторам. Кроме того, теоретические и практические исследования показали, что использование этих веществ оказывает значительное влияние на увеличение продуктивности сельского хозяйства и сохранение здоровья растений.

Разработаны препараты нового поколения, способствующие развитию растений и повышающие их устойчивость к инфекционным заболеваниям. Для этой цели были синтезированы натуральные нефтяные кислоты и соли салициловой кислоты, а также подготовлены растворы этих соединений с различной концентрацией для исследования их воздействия на семена растений. Исследования показали, что эти вещества укрепляют иммунную систему растений, повышают их устойчивость к болезням и способствуют здоровому росту.

С учетом роли удобрений в сельском хозяйстве, в качестве подкормки использовалось удобрение "АзофосК". Удобрение "АзофосК", содержащее три основных питательных элемента − азот (N), фосфор (P) и калий (K), было применено. Это удобрение обеспечивает необходимые элементы для нормального роста растений, увеличивает продуктивность и сохраняет плодородие почвы.

Научные исследования, направленные на создание препаратов нового поколения, которые ускоряют рост растений и делают их более устойчивыми к инфекционным заболеваниям, откроют возможности для разработки экологически чистых стимуляторов роста растений и технологий удобрений. Исследования в этой области внесут значительный вклад в устойчивое развитие сельского хозяйства, способствуя увеличению продуктивности и сохранению экосистемы.

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1666

QUYULARIN TİKİNTİSİ ZAMANI YERALTI SULARIN ÇİRKLƏNMƏSİNİN EKOLOJİ TƏHLÜKƏSİZLİYİNİN TƏMİN EDİLMƏSİ

Emil Məmmədli [1] Səmədağa Rizvanlı [2]

Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnsitutu, Sənaye təhlükəsizliyi və əmək mühafizəsi" kafedrası
[1]Doktorant, emil_memmedli_2016@mail.ru
[2]Mütəxəssis, rizvanlisemedaga170@gmail.com

Xülasə

Yeraltı suların çirklənməsi qlobal ekoloji problemlərdən biri olaraq həm təbii, həm də antropogen faktorların təsiri nəticəsində yaranır. Quyu tikintisi prosesində yeraltı su hövzələrinin çirklənməsi hadisəsi əsasən sənaye tullantıları, aqrokimyəvi maddələr, məişət tullantıları və neft məhsulları ilə sıx bağlıdır. Bu çirklənmə əsasən suyun kimyəvi və bioloji tərkibinin dəyişməsinə gətirib çıxarır, bu da öz növbəsində insan sağlamlığına çox ciddi təsirlər yaradır və ekosistem balansının pozulmasına zəmin yaradır. Yeraltı suların mühafizə edilməsi üçün bir çox texnologiyalar və izolyasiya üsulları mövcuddur. Geo-membranlarla örtülmüş baryerləri, xüsusi filtrasiyalı quyu strukturları və torpağın drenaj sistemlərini bu effektiv həll üsulları arasına əlavə etmək olar.

Müasir dövrdə bu kimi problemlərin həlli üçün ekoloji təhlükəsizlik tədbirlərinə dair ciddi şəkildə araşdırma aparılır. Çirklənmələrin qarşısını almaq üçün beynəlxalq və yerli qanunvericilikdə bir sıra normativ aktlar mövcuddur. Məsələn, Avropa İttifaqının Su Çərçivə Direktivləri və Azərbaycan Respublikasının "Su Məcəlləsi" su mənbələrinin qorunmasını və çirklənməməsini hədəfləyir. Bu normalara əsasən sənaye müəssisələri, kənd təsərrüfatı sektoru və su idarəetmə orqanları ciddi tələblərə riayət etməlidirlər.

Mütəxəssislərin fikrincə, yeraltı suların mühafizə edilməsində davamlı monitorinq və qabaqcıl texnologiyaları tətbiq etmək əsas şərtdir. Xüsusilə də, hidrogeoloji tədqiqatlar və su keyfiyyətinin analizi ekoloji riskləri azaltmağın başlıca yollarındandır. Ekoloqlar, iqlim dəyişikliyinin də bu prosesə təsir etməsini vurğulayır və yeraltı su ehtiyatlarının davamlı idarə olunmasını vacib görürlər. Buna görə də yeraltı suların qorunması məsələsi həm texniki, həm də hüquqi tədbirlərin kompleks şəklində həyata keçirilməsi ilə daha effektiv olacaqdır.

Açar sözlər: *Yeraltı sular, çirklənmə, ekoloji təhlükəsizlik, hidrogeologiya, qanunvericilik.*

GİRİŞ

Yeraltı sular hidrosferin vacib hissəsi olub, içməli suyun ən əsas mənbələrindən birini təşkil edir. Bu sular yerin dərin qatlarında, süxurların arasında toplanır və yağış suları, çay və göllərdən süzülmə vasitəsi ilə yaranır. Yeraltı suların təmiz olması insan sağlamlığı və ekosistemlərin sabitliyi üçün olduqca mühümdür. Yeraltı sularının bir sıra növləri vardır ki, onlar aşağıdakılardır:

• *Sərbəst yeraltı suları* (üst qat suları) – yer səthinə yaxın yerləşməsi səbəbi ilə tez-tez çirklənməyə məruz qalır.

• *Təzyiqli yeraltı sular* (artezian suları) – yerin çox daha dərin qatlarında yerləşən və təzyiq altında olan sulardır ki, çirklənmə riski daha azdır.

• *Mineral sular* – tərkibində müxtəlif minerallar sahib yeraltı sularıdır ki, özündə müalicəvi xüsusiyyətlər daşıyır.

Yeraltı suların çirklənməsinə müxtəlif kimyəvi, fiziki və bioloji faktorlar təsir göstərir. Çirklənmənin yayılması adətən bir sıra yollarla baş verir. Bunlardan biri səth sularının yeraltına süzülməsi prosesidir ki, bu zaman atmosfer çöküntüləri, çay və göllərdəki çirklənmələr yeraltı sulara keçərək çirklənmə yarada bilər. İkinci bir proses isə kimyəvi maddələr nəticəsində baş verir. Torpaqdan süzülən kimyəvi maddələr yeraltı sulara qarışaraq çirklənmə yaradır. Texnogen təsirlərin də yeraltı suların çirklənməsində böyük rolu olar bilər ki, buna sənaye tullantıları, kənd təsərrüfatı gübrələri və kanalizasiya suları daxildir.

Quyu tikərkən hidrogeoloji şəraitin nəzərə alınması çox vacibdir. Quyunun yerləşdiyi əraziyədən asılı olaraq onun su toplayıcı təbəqəsi, filtrasiya etmə qabiliyyəti və su ehtiyatının həcmi qiymətləndirilir. Hidrogeoloji tədqiqatlar aparmaq quyunun davamlılığını və suyun keyfiyyətini qorumaq üçün vacib əsaslardandır. Quyu tikintisi bir neçə mərhələlərdən ibarət olur. Bu mərhələlərin başlanğıcı hidrogeoloji araşdırma aparmaqdır. Bu mərhələdə quyunun yeri müəyyən edilərək, ərazinin geoloji strukturuna nəzər yetirilir. Növbəti mərhələ quyu borularının quraşdırılması prosesindən ibarətdir. Bu mərhələdə çirklənməni aradan qaldırmaq üçün izolyasiya sistemləri tətbiq edilir. Qum və gil kimi hissəcikləri suya qarışaraq çirklənmə yaratmaması üçün filtrlər quraşdırılır. Dövrü olaraq monitorinq və nəzarət edərək, suyun keyfiyyəti yoxlanılır və bu zaman əgər çirklənmə varsa izolyasiya sistemi gücləndirilir.

Sənaye tullantıları vasitəsi ilə yeraltı suların çirklənməsi, ən təhlükəli çirklənmə növlərindən biridir. Fabriklər və zavodlardan axan ağır metallar, neft məhsulları, turşular və digər toksik maddələrin torpağa və su mənbələrinə nüfuz etməsi, uzun müddət ekosistemə təsir göstərərək çirklənmə yarada bilir. Neft hasilatı və qazma işlərində istifadə olunan kimyəvi maddələr də öz növbəsində yeraltı sulara qarışaraq onların keyfiyyətinə ciddi şəkildə təsir göstərərək pisləşdirə bilər.

Kənd təsərrüfatı fəaliyyətləri də yeraltı suların çirklənməsində böyük rol oynayır. Süni gübrələrin, pestisidlərin və herbisidlərin geniş miqyasda istifadə edilməsi zamanı torpağa düşərək nüfuz edən kimyəvi maddələrin sulara süzülməsinə səbəb olur. Bu maddələr də suda həll olunaraq onun tərkibini dəyişərək uzun müddət qalıcı çirklənməyə gətirib çıxarır. Həmçinin, heyvandarlıq təsərrüfatlarından yaranan tullantılar, əsasən də dəzinfeksiya vasitələri və bioloji tullantılar yeraltı sulara qarışaraq bakterioloji çirklənməyə səbəb ola bilər. Bu isə müxtəlif xəstəliklərin yayılması deməkdir.

Məişət tullantıları da yeraltı suların keyfiyyətinə mənfi təsir göstərən əsas faktorlardan biridir. Şəhər və kənd yerlərində çirkab suların düzgün idarə edilməməsi, köhnə kanalizasiya sistemlərinin torpağa sızması, zibilliklərin yeraltı su axınlarına yaxın yerləşməsi çirklənməni artıran faktorlardandır. Plastik tullantılar, yuyucu vasitələr və dərman qalıqları sulara asanlıqla qarışaraq onların tərkibini dəyişdirərək ekosistemə mənfi təsir göstərir. Xüsusilə də kənd yerlərində çirkab suların filtrasiya sistemlərinə daxil olmadan torpağa axıdılması nəticəsində bu sular yeraltı su hövzələrinə daxil olaraq içməli suyun keyfiyyətini xeyli aşağı salır.

Şəhərsalmanın planlaşdırılmaması və infrastruktura nəzarətin zəif olması da çirklənmənin əsas səbəblərindəndir. Qazılmış quyuların vaxtında düzgün izolyasiya edilməməsi, sənaye və

məişət tullantılarının su mənbələrinə yaxın ərazidə yerləşdirilməsi, drenaj və sızdırma sistemlərinin qeyri-adekvat olması yeraltı su ehtiyatlarının çirklənmə riskini xeyli artırır. Xüsusən də tikinti və yol işləri zamanı torpaq laylarının pozulması və kimyəvi maddələrin torpağa qarışaraq yeraltı sulara birbaşa təsir etməsi böyük təhlükə yarada bilər.

Ümumilikdə, yeraltı suların çirklənməsinin qarşısını almaq üçün sənaye və məişət tullantılarının idarə olunması, kənd təsərrüfatında ekoloji cəhətdən təmiz metodlardan istifadə etmək və su ehtiyatlarının daim nəzarət altında saxlamaq çox vacibdir. Əks halda, bu çirklənmə uzunmüddətli ekoloji fəsadlara səbəb olub və gələcək nəsillərin təmiz su ehtiyatlarının ciddi şəkildə azalmasına səbəb ola bilər.

Məqsəd:

Problemin aktuallığı və əlaqəli tədqiqatlar

Yeraltı suların çirklənməsi təkcə ekoloji deyil, həm də sosial baxımdan ciddi problemlərə yol açır. Bu çirklənmə su ehtiyatlarının keyfiyyəti pisləşməsinə, ekosistemlər pozulmasına və insanların sağlamlığının risk altına düşməsinə gətirib çıxardır. Çirklənmiş yeraltı suların istifadəsi olunması müxtəlif xəstəliklərin yayılmasına zəmin yaradır. Xüsusilə də, kimyəvi maddələrin, ağır metalların və mikroorqanizmlərin suda yüksək konsentrasiyada mövcud olması insanların içməli suya çıxışını azaldaraq, məhdudlaşdırır. Bu vəziyyət öz növbəsində kənd təsərrüfatına da mənfi təsir göstərir ki, bu da öz növbəsində çirklənmiş su ilə suvarılan torpaqların münbitliyinin azalması və məhsulun keyfiyyətinin aşağı düşməsi deməkdir.

Ekoloji baxımdan yeraltı suların çirklənməsi su ekosistemlərində ciddi və uzunmüddətli dəyişikliklərə gətirib çıxardır. Torpaq qatlarına nüfuz edərək suya süzülən kimyəvi maddələr yeraltı su hövzələrində toplanaraq uzunmüddətli çirklənməyə səbəb olur. Bu çirklənmə prosesi təmizlənməsi çox çətin və bahalı olan və bəzən on illərlə davam edə bilən prosesdir. Yeraltı suların çirklənməsi çayların, göllərin və dənizlərin də zərər görməsinin başlıca səbəblərindəndir. Suya düşən toksik maddələr su hövzələrində yaşayan canlılara da mənfi təsir göstərərək populyasiyanın azalmasına səbəb olur. Hətta bioloji müxtəlifliyin azalaraq məhv olmasına qədər gedə bilir. Bu da öz növbəsində ekosistemlərin stabilliyinin pozularaq və qida zəncirində ciddi problemlərə gətirib çıxarır.

Sosial fəsadların ən ciddi problemlərindən biri də içməli su çatışmazlığıdır. Çirklənmiş yeraltı suları təmizləmək böyük maliyyə vəsaiti və vaxt tələb etdiyindən bir çox ərazilərdə su qıtlığı problemi yaşanır. Bu isə əhalinin məcburi köçünə, sosial gərginliyə və iqtisadi itkilərə səbəb ola bilər. Çirklənmiş su mənbələri, insanlarda mədə-bağırsaq xəstəlikləri, dəri problemləri, xərçəng və digər xroniki xəstəliklərin yaranmasına və yayılmasına səbəbdir. Bu problem xüsusən də azyaşlı uşaqlar və yaşlı insanlar üçün daha təhlükəlidir [WHO, 2023, s. 45-67].

Çirklənmiş suyun kənd təsərrüfatında istifadə edilməsi qida təhlükəsizliyinə də ciddi təsirini göstərir. Yeraltı suların pestisidlər və gübrələr nüfuz edərək çirklənməsi nəticəsində suvarılan məhsullarda toksik maddələrin səviyyəsi artaraq istehlakçının müxtəlif sağlamlıq problemləri ilə qarşılaşmasına səbəb olur. Bu tip su vasitəsilə becərilən bitkilərin keyfiyyəti aşağı düşür və uzunmüddətli istehsalatda azalmaya gətirib çıxardır.

Bütün bu kimi problemlər onu göstərir ki, yeraltı sularının çirklənməsi təkcə ekoloji fəlakət deyil, həm də iqtisadi və sosial problemlərə səbəb ola bilən qlobal bir təhlükədir. Bu məsələnin həlli üçün yeraltı sularının qorunması, tullantıların düzgün idarə edilməsi və müasir texnologiyalardan istifadə vacibdir [IAH, 2022, s. 30-50]. Əks halda, bu problem daha da dərinləşərək, gələcək nəsillər üçün su ehtiyatlarının tükənməsində böyük rol oynayacaq.

Quyu tikintisində yeraltı suların çirklənməsinin qarşısının alınması üçün müxtəlif ekoloji

təhlükəsizlik tədbirlərini tətbiq etmək lazımdır. Bu tədbirlərin əsas və başlıca məqsədi çirkləndirici maddələrin su mənbəsinə daxil olmasının qarşısını almaq, suyun təmizliyinin qorunması və ekoloji tarazlığın təmin edilməsidir. Effektiv tədbirləri görməmək yeraltı suların tərkibindəki kimyəvi və bioloji çirklənmənin baş verməsinə səbəb ola bilər ki, bu da həm insan sağlamlığına, həm də ətraf mühitə ciddi təhlükə yaradır. Bu prosesdə ən mühüm aspektlərdən biri quyuların düzgün layihələndirərək inşa etməkdir. Quyu tikintisində torpaq qatlarının xüsusiyyətləri mütləq nəzərə alınmalı, su keçirməyən təbəqələri qorumalı və mümkün sızmaların qarşısını almaq lazımdır. Sızdırmazlıq əleyhinə olan materialları düzgün seçmədikdə və ya keyfiyyətsiz tətbiq etdikdə, çirkləndirici maddələr su mənbələrinə qarışa bilər, bu da öz növbəsində çirklənmə riskini artıracaqdır. Bu səbəbdən, beton və ya xüsusi izolyasiya layları kimi qoruyucu strukturları istifadə etmək, suyun çirklənməsinin qarşısını almaq kimi mühüm məsələnin həlli üçün vacibdir. Qoruyucu zonalarının ölçüsü və tərkibi hidrogeoloji şəraitdən asılı olaraq müəyyən edilməlidir. Məsələn, yüksək su keçiriciliyindəki qumlu torpaqlarda çirklənmə səviyyəsi daha sürətlə yayıla bildiyi üçün bu ərazilərdə daha geniş qoruyucu zonalardan istifadə tələb olunur.

Digər bir vacib tədbir isə quyu tikintisində müasir filtrasiya və drenaj sistemlərini tətbiq etməkdir. Filtrasiya sistemləri suyun tərkibindəki zərərli maddələri tutularaq yeraltı suların çirklənməsinin qarşısını alır [Domenico & Schwartz, 2011, s. 55-78]. Xüsusilə, karbon filtrlərinin, qum filtrlərinin və ya xüsusi membran texnologiyalarının suda həll olunmuş kimyəvi maddələrin və mikroorqanizmlərinin miqdarının azaldılmasında böyük rolu var. Drenaj sistemlərinin düzgün layihələndirilərək artıq suyun nəzarətli formada axıdılmasını təmin edir və torpaqda yığılmasının qarşısını alır.

Ekoloji təhlükəsizlik tədbirlərinin effektiv olmasının qiymətləndirilməsi üçün mütəmadi monitorinqlər keçirilməli və laboratoriya analizləri aparılmalıdır. Quyuların yerləşdiyi ərazilərdəki suyun kimyəvi və bakterioloji tərkibini daim yoxlanışdan keçirtmək, çirklənmə göstəricilərinin normativlərə uyğun olub-olmadığı müəyyən etmək çox vacibdir. Bu məqsədlə də müasir analiz metodlarından istifadə edilərək suyun pH dəyərini, oksigen səviyyəsini, ağır metalların və digər çirkləndiricilərin miqdarını ölçmək lazımdır. Beynəlxalq ekoloji standartlara uyğun olaraq prosedurlar tətbiq edilməli və ekoloji tələblərə əməl edilib-edilmədiyi mütəmadi manitorinq olunaraq qiymətləndirilməlidir.

Quyu tikintisində yeraltı suların çirklənməməsi üçün müxtəlif texnologiyalardan və izolyasiya üsullarından istifadə olunur. Bu cür texnologiyalar arasına müasir filtrasiya sistemlərini, su keçirməyən izolyasiya materiallarını, qoruyucu örtükləri, xüsusi drenaj və sızdırmazlıq texnologiyalarını göstərmək olar. Filtrasiya sistemlərinin iş prinsipi suda həll olunmuş kimyəvi maddələri, bir sıra bakteriyaları və digər çirkləndiriciləri tutaraq onların yeraltı sulara keçməsinin qarşısını alır. Xüsusilə də, aktiv karbon filtrlərindən, keramika filtrlərindən və membran texnologiyalarından çirkləndirici maddələrin fiziki və kimyəvi yollarla süzülməsi sahəsində geniş istifadə olunur. Bu sistemlər suyun tərkibini çirkləndiricilərdən uzaq saxlayaraq insan sağlamlığında və ekoloji balans üçün təhlükəsizlikdə böyük rol oynayır [Todd & Mays, 2005, s. 112-135].

Beton və polimer əsaslı qoruyucu laylardan quyunun divarlarında və ətrafında istifadə edilərək suyun çirklənməsinə səbəb ola biləcək maddələri yeraltı sularla qarışmasının qarşısını alır. Bundan əlavə, bentonit əsaslı izolyasiya layları da vardır ki, bunlar da quyuların ətrafında tətbiq edilərək suyun təbii süzülmə prosesini tənzimləyərək çirkləndirici maddələrin sızmasının qarşısını alır. Bentonit su ilə təmas etdikdə genişlənir və sızdırmaz bir qat əmələ gətirir ki, bu da

öz növbəsində quyunun ekoloji təhlükəsizliyini artırır [Custodio & Llamas, 2010, s. 78-102].

Drenaj sistemləri də çirklənmənin qarşısını almaq üçün mühüm yollardan biridi. Düzgün qurulmuş drenaj infrastrukturu artıq suyun idarəolunan şəkildə axıdılmasını təmin edir və onun çirkab sularla qarışmasının qarşısını alaraq suyu təmiz saxlayır. Xüsusilə, çox qatlı drenaj sistemləri də vardır ki, onlar suyun tərkibində olan ağır metalları və kimyəvi maddələri süzərək daha təmiz suyun yeraltı qatlara təmiz formada daxil olmasına şərait yaradır. Bu sistemlərdə filtr kimi qumdan, çınqıldan və aktivləşdirilmiş karbon təbəqələrindən istifadə olunur ki, bu da suda olan çirkləndiricilərin miqdarını azaldılmasında böyük rol oynayır. Drenaj sistemlərinə mütəmadi olaraq texniki xidmət göstərmək və təmizləmək onların effektivliyinin davamlı olmasına gətirib çıxardır [World Health Organization, 2023, s. 203-225].

Sızdırmazlıq texnologiyaları arasında ən geniş yayılmış sistemlərdən biri də geosintetik membranların istifadə edilməsidir. Geomembranların iş prinsipi suyun axınını tənzimləyərək çirkli mayelərin yeraltı su hövzələrinə daxil olmasının qarşısını almaqdan ibarətdir. Bu membranların əsas xüsusiyyəti yüksək dayanıqlı və uzunömürlü olması ilə seçilir və müasir quyu tikintisində mühüm yer tutur. Xüsusilə də, sənaye tullantılarının olduğu ərazilərdə tikilən quyular üçün geosintetik membranlar suyun təmiz qalması üçün effektiv və etibarlı üsullardan biridir.

Kimyəvi və bioloji təmizləmə sistemlərini də effektiv texnologiyaların arasında göstərmək olar. Kimyəvi təmizləmə edən zaman suya xüsusi reaktivlər əlavə olunur və bununla da çirkləndiricilər neytrallaşdırılır və daha az zərərli birləşmələrə çevrilir. Məsələn, xlordan və ya ozondan bakteriyaların və mikroorqanizmlərin su mənbələrində yayılmasının qarşısının alınmasında istifadə olunur. Bioloji təmizləməmə zamanı isə xüsusi mikroorqanizmlərin iştirakı ilə suyun tərkibindəki üzvi maddələrin parçalanması təmin edilir. Bu texnologiyadna istifadə ekoloji baxımdan daha təhlükəsizdir və yeraltı suların çirklənməsinin qarşısını almaqda ən effektiv üsullardan biridir.

Bütün bu adı çəkilən texnologiyalardan və izolyasiya üsullarından yeraltı suların çirklənməsinin qarşısının alınması üçün birgə və ya fərdi şəkildə istifadə edilə bilər. Lakin unutmamaq lazımdır ki, onların effektivliyinin sabit qalması, düzgün layihələndirmədən və mütəmadi nəzarət və monitorinq tədbirlərinin həyata keçirilməsindən asılıdır. Əgər quyu tikintisində bu texnologiyalardan lazımi qaydada istifadə olunmazsa, çirklənmənin riski artaraq suyun keyfiyyətinə ciddi şəkildə mənfi təsir edə bilər. Uzunmüddətli perspektivdə bu texnologiyalardan istifadə, yeraltı suların təmiz qalmasına və ekoloji tarazlığın qorunmasına töhfə verəcək və insan sağlamlığında böyük rol oynayan təmiz su ehtiyatlarının mövcudluğunda böyük rol oynayacaqdır.

Qanunvericiliyə və ekoloji normalara uyğun quyu tikintisi yeraltı suların çirklənməsinin qarşısını almaq üçün vacib mexanizmlərdən biridir. Bu tənzimləyici çərçivə ölkələrin daxili qanunvericiliyində fərqli ola bilsə də, ümumi məqsəd ekosistemin çirklənməsinin qarşısının alınması və qorunmasını təmin etmək, insanların təmiz su ehtiyatlarına çıxışını davamlı saxlamaq və çirkləndirici maddələrin nəzarətsiz tullanmalarının qarşısını almaqdan ibarətdir. Yeraltı suların çirklənməsinə qarşı qanunlar əsasən sənayedə, kənd təsərrüfatında və məişət tullantılarının idarə olunmasında, su hövzələrinin qorunmasında və ekoloji monitorinqin aparılmasında tənzimləyici qanunlar tətbiq edir. Bu qanunlara istinad çirklənmə riskini minimuma endirmək üçün quyuların yerləşdirilməsində, texniki standartlarda və icazə prosedurlarında normaları müəyyən edir [Quliyev, 2022, s. 44-55].

Beynəlxalq səviyyədə su ehtiyatlarının qorunması məsələsi müxtəlif konvensiyalar və direktivlər vasitəsi ilə tənzimlənir. Məsələn, Avropa İttifaqının Su Çərçivə Direktivi suyun

keyfiyyətinin qorunmasının və davamlı istifadəsinin sabitliyini hədəfləyir. Bu direktivə görə, yeraltı su mənbələrinə təsir edən bütün fəaliyyətlərin ciddi ekoloji qiymətləndirmədən keçirilməli və ekosistemə zərəri minimuma endirərək icra olunmalıdır [United Nations Environment Programme, 2016, s. 78-95]. Bənzər şəkildə, BMT-nin davamlı inkişafının məqsədləri çərçivəsində də yeraltı suların mühafizə edilməsi xüsusi önəm daşıyır. Bu tənzimləyici normalarda quyuların qeyri-qanuni istifadəsinin qarşısının alınması, çirkab sularının təmizlənmədən yeraltı sulara qarışmasının məhdudlaşdırılmasının və sənaye obyektlərinin ekoloji tələblərə uyğun fəaliyyət göstərməsinin təmin edilməsi məqsədi ilə hazırlanmışdır. Milli qanunvericilikdə də quyu tikintisinin və yeraltı suların mühafizəsinin tətbiqi haqqında qanunlar vardır. Bu qanunlarda çirkləndirici maddələrin icazə verilən həddi göstərilir və çirklənməyə yol verən müəssisələrə qarşı inzibati və ya cinayət məsuliyyəti tətbiq edilir. Əksər ölkələrdə yeraltı su mənbələrinə təsir edə biləcək hər hansı tikinti və ya sənaye fəaliyyəti üçün xüsusi ekoloji ekspertizadan keçmək tələb olunur. Bu ekspertizaların əsaslandığı qanunlara əsasən quyunun yerləşdiyi ərazinin hidrogeoloji xüsusiyyətlərini, potensial çirklənmə yarada biləcək mənbələrini və mövcud ekosistemə təsirlərini nəzərə alaraq icazənin verilib-verilməyəcəyi müəyyən olunur [Custodio & Llamas, 2010, s. 78-102]. Əgər bir layihədə ekoloji risk həddindən artıq yüksək qiymətləndirilərsə, ətraf mühitin təhlükəsizliyi səbəbindən onun icrasına məhdudiyyətlər qoyula bilər və ya daha ciddi ekoloji qorunma tədbirlərini tələb edə bilər.

Yeraltı suların çirklənməsinin insan sağlamlığına təsiri məhvedici ola bilər. Bəzi hallarda bu ölümlə nəticələnə biləcək ağır xəstəliyə səbəb olur ki, statistikaya əsasən ABŞ-da hər il orta hesabla 7 milyona yaxın insan çirkli su mənbələrindən gələn suyu içməkdən xəstələnir və sonda bir çoxu ölümlə nəticələnir. Belə xəstəliklərə ürəkbulanmanı, qusmanı, baş ağrısını, tənəffüs yollarının xəstəliklərini, gözlərin qıcıqlanmasını və burun qıcıqlanmasını daxil etmək olar. Yeraltı suların çirklənməsindən yaranan xroniki xəstəliklər də vardır ki, bunlara xərçəngi, qaraciyərin zədələnməsini, böyrəklərin zədələnməsini, anemiyanı, sinir sistemi problemlərini, qan dövranı sistemi problemlərini, sümük xəstəliklərini, saç tökülməsini və reproduktiv çətinlikləri aid etmək olar.

Yeraltı suların çirklənərək təmiz su ehtiyatlarının azalması su qıtlığına səbəb ola bilər. Dünya əhalisinin çox böyük faizinin gündəlik istifadəsində yeraltı suların rolu böyükdür. Çirklənmənin miqyası çox böyük olduqda, icmadakı bütün istehlakçılar təsirlənmiş suyun istehlakını imtina edirlər. Alternativ su təchizatları axtarılmalıdır. Bu problem həmişə aktual olmuşdur, çünki böyük əhalilər üçün alternativ su təchizatının yaradılması adətən asan deyildir.

Qanunvericiliklə müəyyən olunmuş tədbirlərin icra edilməsi üçün xüsusi dövlət proqramlarının qəbul olunması və bu proqramlar çərçivəsində yeni texnologiyaların tətbi edilməsi stimullaşdırılır. Eyni zamanda da, ekoloji standartların pozulduğu hallarda tətbiq edilə biləcək sanksiyalar yeraltı suların çirklənməsi probleminin qarşısını almağa yönəlib. Çirkləndirici maddələrin suyun tərkibində normadan artıq olması müəyyən olunarsa, qanun pozuntusuna yol verən müəssisələr cərimələnə və hətta onların fəaliyyətinin məhdudlaşdırılaması baş verə bilər [World Health Organization, 2023, s. 203-225].

Avropada aparılan araşdırmalar zamanı oxşar nəticələri göstərir. Almaniyanın Helmholtz Ətraf Mühit Tədqiqat Mərkəzinin ekoloqları tərəfindən bildirirlər ki, su ehtiyatlarının qorunması zamanı ekoloji monitorinq gücləndirilməlidir. Onların sözlərinə görə, yeraltı su mənbələrinin uzunmüddətli təmizliyini müəyyən etməkdən ötəri yalnız texnoloji həllər kifayət deyil, həmçinin də davamlı nəzarət mexanizmləri də yaradılmalıdır. Mütəxəssislər söyləyirlər ki, su ehtiyatlarının qorunması zamanı sənaye və kənd təsərrüfatı sahəsində daha çox ekoloji üsullara üstünlük

verilməlidir. Məsələn, pestisid və gübrə istifadəsi prosesi tənzimlənməli, su ehtiyatlarına təsir edə biləcək bütün fəaliyyətlər üçün daha da ciddi ekoloji lisenziyalar tətbiq edilməlidir.

Ümumiyyətlə, dünyadakı mütəxəssislərin fikirlərindən belə nəticəyə gəlinir ki, yeraltı suların çirklənməsi prosesi kompleks bir problemdir və onun həlli üçün müxtəlif istiqamətlərdə tədbirlər görülməlidir. Bəzi mütəxəssislər bu problemin həlli yolu kimi daha da sərt qanunvericilik və nəzarət mexanizmlərinin tətbiqini təklif edirlər, digər alimlər isə yeni üsul texnologiyaların və filtrasiya üsullarının təkminləşdirilməsinin üstünlüyünü vurğulayırlar. Bununla bərabər, ekoloqlar ətraf mühitin qorunması üçün ictimai iştirakçılığın artırılmasına və insanların ekoloji məsuliyyət hissinin daha da gücləndirilməsini vacib hesab edirlər. Bir çox mütəxəssislərin ümumi qənaəti bundan ibarətdir ki, yeraltı suların qorunması prosesi yalnız bir ölkənin və yaxud da bir qrup alim və ekoloqun öhdəliyi deyil, bu, həmçinin də qlobal bir səviyyədə əməkdaşlıq və davamlı tədbirlərin keçirilməsini tələb edən mühüm bir ekoloji məsələdir.

Nəticə

Yeraltı suların çirklənməsi prosesi qlobal miqyasda çox ciddi ekoloji və sosial problemlərə gətirib çıxarır. Quyuların tikintisi zamanı bu çirklənmənin qarşısını almaqdan ötəri alimlər müxtəlif növ texnologiyaların, izolyasiya üsullarının və nəzarət mexanizmlərinin mühüm olduğunu vurğulayırlar. Dünyanın müxtəlif bölgələrində edilən elmi araşdırmalar göstərir ki, çirklənmənin yaranmasının əsas səbəblərinə qeyri-adekvat tikinti texnologiyaları, sənaye və kənd təsərrüfatı tullantılarının düzgün şəkildə idarə edilməməsi və yeraltı suların davamlı monitorinqinin aparılmaması prosesi aiddir. Bu problemlərin həlli yolu üçün müasir izolyasiya materiallarının tətbiqi edilməsi, biofiltrasiya sistemlərinin istifadə edilməsinin və ekoloji qanunvericiliyin gücləndirilməsi prosesinin əsas tədbirlərindən biri kimi hesab edilir.

Qanunvericilik və ekoloji normalar problemin həll yolunda vacib rol oynayır. Bir sıra ölkələrdə yeraltı suların çirklənməsinin qarşısını almaqdan ötəri çox ciddi ekoloji standartlar və nəzarət mexanizmləri tətbiq edilir. Beynəlxalq təşkilatlar, xüsusilə BMT və Avropa İttifaqı, su ehtiyatlarının mühafizəsi prosesi üçün yeni növ strategiyalar və direktivlər hazırlayaraq bu sahədə qlobal əməkdaşlığın daha da gücləndirilməsi üçün çalışırlar. Bir çox sənaye müəssisələri və fərdi sahibkarlar isə ekoloji tələblərin normalarına uyğun olaraq fəaliyyət göstərməli, çirkləndirici maddələrin icazə verilən normada hədlərini aşmamalıdırlar. Bu göstərilən qanunların hər birinin effektiv şəkildə icra edilməsi üçün isə daha da güclü nəzarət mexanizmlərinin və ekoloji monitorinq sistemlərinin mütəmadi şəkildə tətbiq olunması çox əhəmiyyətli və vacibdir.

Texnoloji baxımdan, suların çirkləndirilməsinin qarşısını almaqdan ötəri müxtəlif cür izolyasiya üsulları və filtrasiya sistemləri təkminləşdirilir. Xüsusilə, neft və qaz sənayesində çoxmərhələli izolyasiya sistemlərinin tətbiq edilməsi prosesi yeraltı suların çirklənmə riskini gözlə görülə biləcək şəkildə azaltmaq üçün mühüm addımlardan biridir. Eyni zamanda, müxtəlif növ müasir filtrasiya texnologiyaları suyun tərkibində olan ağır metalları, pestisidləri və digər növ çirkləndirici maddələri təmizləyərək yeraltı su ehtiyatlarının keyfiyyətini qoruyur. Bu kimi müxtəlif növ texnologiyalar dünyanın müxtəlif yerlərində çox uğurlu şəkildə tətbiq edilir və gələcəkdə bu texnologiyalardan daha genişmiqyaslı istifadə edilməsi planlaşdırılır.

Alimlərin və ekoloqların tədqiqatları göstərir ki, bu problemin həlli yollu üçün kompleks yanaşma tələb edilir. Yalnız texnoloji və hüquqi tədbirlər yetərli deyil, eyni zamanda buradaekoloji maarifləndirmə və ictimai iştirakçılıq da artırılmalıdır. Həmçinin də insanlara yeraltı suların çirklənməsinin fəsadları barədə məlumatlar verilməli və onlar ekoloji məsuliyyət

daşımalıdırlar. Bir çox ekoloji problemlərin həlli yolu təkcə hökumətlərin və elm adamlarının üzərinə düşən məsuliyyət deyil, bu,həmçinin cəmiyyətin bütün təbəqələrinin birgə səyi nəticəsində həyata keçirilməlidir. Uzunmüddətli perspektivdə davamlı inkişaf prinsiplərinə əsaslanan siyasətlərin və yeni texnologiyaların tətbiq edilməsi sayəsində yeraltı suların çirklənməsini azalda və həmçinin də ekosistemin qorunması təmin edilə bilər.

Ədəbiyyat

1. Todd, D. K., & Mays, L. W. Groundwater Hydrology. Wiley, 2005
2. Custodio, E., & Llamas, M. R. Hydrogeology and Groundwater Resources: A Comprehensive Guide. Springer, 2010
3. United Nations Environment Programme (UNEP), Groundwater and Climate Change: Challenges and Adaptation Strategies, 2016
4. World Health Organization (WHO) "Guidelines for Drinking-water Quality: Fourth Edition Incorporating the First and Second Addenda". WHO Press, 2023
5. International Association of Hydrogeologists (IAH) "Groundwater and Climate Change: Challenges and Opportunities". IAH Publications, 2022
6. Quliyev, R. "Yeraltı sular hüququn obyekti kimi: Azərbaycan Respublikası və beynəlxalq qanunvericilikdə yeraltı suların tənzimlənməsi, istifadəsi və mühafizəsi məsələləri". Bakı Dövlət Universiteti Tələbə Hüquq Jurnalı, 8(1), 44-55. 2022
7. Alley, W. M., Reilly, T. E., & Franke, O. L. Sustainability of Ground-Water Resources. U.S. Geological Survey Circular, 2013
8. Domenico, P. A., & Schwartz, F. W. Physical and Chemical Hydrogeology. Wiley, 2011
9. Fetter, C. W. Applied Hydrogeology. Prentice Hall, 2014
10. Abbasov V.M., Qurbanov S.H., Əskərov V.E., Yusibov Y.Ə., Hacıyeva S.R., Əzizov R.E., Qasımov E.E., Əmirli F.Ə., Məmmədxanova S.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Ü.V., Məmmədli E.M. Qlobal ekoloji problemlər: səbəblər, həlli yolları, "yaşıl" enerji. Bakı: "Elm", 2024, - 606 s.

Ensuring Environmental Safety of Groundwater Pollution During the Construction of Wells

Emil Mammadli [1] Samadaga Rizvanli [2]

Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan Y.H. Mammadaliyev Institute of Petrochemical Processes, Department of Industrial safety and labor protection

[1]PhD student, emil_memmedli_2016@mail.ru

[2] Specialist, rizvanlisemedaga170@gmail.com

ABSTRACT

Groundwater pollution is one of the global environmental problems, arising from the influence of both natural and anthropogenic factors. The phenomenon of pollution of groundwater basins in the process of well construction is mainly closely related to industrial waste, agrochemicals, household waste and oil products. This pollution mainly leads to changes in the chemical and biological composition of water, which in turn has very serious effects on human health and creates the basis for disrupting the ecosystem balance. There are many technologies and isolation methods for protecting groundwater. Barriers covered with geo-membranes, special filtration well structures and soil drainage systems can be added to these effective solutions.

In modern times, serious research is being conducted on environmental safety measures to solve such problems. There are a number of regulatory acts in international and local legislation to prevent pollution. For example, the Water Framework Directives of the European Union and the "Water Code" of the Republic of Azerbaijan aim to protect water sources and prevent pollution. According to these norms,

industrial enterprises, the agricultural sector and water management authorities must comply with strict requirements.

According to experts, continuous monitoring and the application of advanced technologies are the main conditions for the protection of groundwater. In particular, hydrogeological surveys and water quality analysis are the main ways to reduce environmental risks. Ecologists emphasize that climate change also affects this process and consider it important to sustainably manage groundwater resources. Therefore, the issue of groundwater protection will be more effective with the implementation of a complex of both technical and legal measures.

***Key words**: groundwater, pollution, environmental safety, hydrogeology, legislation*

Обеспечение экологической безопасности загрязнения подземных вод при строительстве скважин

Эмиль Мамедли [1] **Самадага Ризванли** [2]

Министерство науки и образования Азербайджанской Республики Ю.Г. Институт нефтехимических процессов им. Мамедалиева, Кафедра промышленная безопасность и охрана труда

[1]PhD, emil_memmedli_2016@mail.ru

[2]Специалист, rizvanlisemedaga170@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Загрязнение подземных вод — одна из глобальных экологических проблем, возникающая в результате воздействия как природных, так и антропогенных факторов. Загрязнение подземных вод в процессе строительства скважин в основном тесно связано с промышленными отходами, агрохимикатами, бытовыми отходами и нефтепродуктами. Это загрязнение в основном приводит к изменению химического и биологического состава воды, что в свою очередь оказывает весьма серьезное воздействие на здоровье человека и создает основу для нарушения равновесия экосистемы. Существует множество технологий и методов изоляции для защиты грунтовых вод. К этим эффективным решениям можно добавить барьеры, покрытые геомембраной, специальные конструкции фильтрационных колодцев и системы дренажа почвы.

В настоящее время ведутся серьезные исследования мер экологической безопасности для решения подобных проблем. В международном и национальном законодательстве существует ряд нормативных актов, направленных на предотвращение загрязнения. Например, Водные рамочные директивы Европейского Союза и «Водный кодекс» Азербайджанской Республики направлены на защи.ту водных источников и предотвращение загрязнения. Согласно этим нормам промышленные предприятия, аграрный сектор и органы водного хозяйства должны соблюдать строгие требования.

По мнению экспертов, для защиты подземных вод необходимы постоянный мониторинг и применение передовых технологий. В частности, гидрогеологические исследования и анализ качества воды являются ключевыми способами снижения экологических рисков. Экологи подчеркивают, что изменение климата также влияет на этот процесс, и считают важным устойчивое управление ресурсами подземных вод. Поэтому вопрос охраны подземных вод будет решаться более эффективно за счет реализации комплекса как технических, так и правовых мероприятий.

***Ключевые слова**: подземные воды, загрязнение, экологическая безопасность, гидрогеология, законодательство.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1675

RAW FİSH (SUSHİ) AND OUR HEALTH

Fariz Amirli[1], Samira Bayramova[2], Faxriyya Abdullaeva[3], Narmin Guliyeva[4], Aynur Mammadova[5], Gunel Azizova[6], Konul İravanlı[7], Gunel Guliyeva[8]

Azerbaijan State Oil and Industry University [1-8]
Department of technology of organic substances and high molecular compounds
Academician Y.H.Mammadaliyev İnstitute of Petrochemical Processes of the Ministry of Sciense and Education of the Republic of Azerbaijan[3]
[1]orcid.org/0000-0002-9095-2982, fariz.emirov@asoiu.edu.az
[2]orcid.org/0000-0001-8142-3483, bayramova.samira.t@gmail.com
[3]orcid.org/0009-0004-1899-9649, faxriyya.abdullayeva@asoiu.edu.az
[4]orcid.org/0009-0006-1241-4819, guliyevanarmin.1991@gmail.com
[5]orcid.org/0000-0002-1938-1320, aynur.memmedova@asoiu.edu.az
[6]orcid.org/0000-0003-1913-4554, azizova.gunel@asoiu.edu.az
[7]orcid.org/0000-0002-9696-0887, iravanli.konul@asoiu.edu.az
[8]orcid.org/0009-0004-1253-770X, gunel.guliyeva@asoiu.edu.az

Abstract

Sushi, an important Japanese dish, is widely consumed in restaurants and fast food in Europe and the United States. Seafood is very nutritious, and oily fish, which are preferred in making sushi, are an important source of omega-3 fatty acids. It is also known that raw fish is of better quality because enzymes and vitamins are not destroyed by the effects of temperature. Many studies conducted on Eskimos show that these people rarely suffer from cardiovascular diseases due to seafood consumption. Studies on the diet of the Japanese also give similar results. However, the risks of raw fish should be known and necessary precautions should be taken. The most important risks of sushi are heavy metals, parasites and bacteria. The most important issue in preparing sushi is to use “sushi grade”, that is, fresh, parasite-free and of the highest quality aquatic products. The source of this should also be known and freshwater fish should be avoided when preparing sushi. Pregnant and breastfeeding women should limit the consumption of shark and swordfish to no more than once a month. If you buy sushi from a supermarket, you need to be very careful because ready-made sushi can spoil in a short time. In such cases, the sushi must be very fresh, the company that prepared the product must be reliable, the storage conditions must be suitable, and the sushi must be consumed quickly. Every food, even water, carries some health risks. The important thing is to be aware of this issue, take the necessary precautions, and enjoy every food that nature offers us.

Key words: *Sushi, raw fish, heavy metals, parasites, fish, aquatic products*

INTRODUCTION

Today, sushi is an important dish of Japanese cuisine, consumed with pleasure in Europe and America, and has become a common fast-food product along with luxury restaurants. As the trend for this product has increased in our country, sushi restaurants have opened and it has started to be sold in markets. Nigiri, which is served as raw fish on rice, is usually made by wrapping rice and seaweed, and maki, which is obtained by wrapping rice, seafood and other desired ingredients

in seaweed. Sushi does not necessarily mean raw fish, but also cooked or smoked seafood, eel, smoked fish, as well as eggs and vegetables are used[1].Although sushi is consumed with pleasure, it is also a nutritious and beneficial seafood, and despite the fact that it contains seaweed, it is criticized both on the Internet and in the press. An article circulating on the Internet states that a person who regularly consumes sushi in Japan went to the hospital due to severe headaches that have been going on for 3 years, and that the examination performed under anesthesia revealed parasites in the skull and brain, and photographs showing this were presented[10]. Other websites state that the anatomical parts expected to be seen in the brain are not included in these pictures. It should be taken into account that the consumption of raw fish under inappropriate conditions may carry a risk of parasites, and it should be consumed by taking the necessary precautions according to the conditions that create this, but consumption should not be completely avoided due to concerns.

Objective:

The problems that may arise due to sushi consumption can be divided into three groups: parasites, heavy metals, and bacteria.

Parasites - There is a risk of infection with Anisakis nematodes when raw, undercooked or marinated fish is consumed. These types of products pose the greatest risk in terms of parasite infection when they are stored.

- Anisakid nematodes belong to the Anisakidae family and include the species with the greatest potential for human infection. These parasites use fish and warm-blooded vertebrates as hosts. Their final hosts are usually marine mammals. Symptoms in humans include stomach pain, nausea, vomiting and various abdominal pains. Diagnosis is difficult because these symptoms are similar to those of many other diseases [26].

- Anisakis simplex: Its larvae are found in many marine fish. Its immature larvae do not cause any effects in humans, but the entry of developed larvae into the human body triggers various allergic reactions. Adult Anisakis simplex is found in the stomachs of marine mammals, where their eggs are passed into the water with feces. The larvae hatching in the water are eaten by shrimp and other small crustaceans belonging to the class of small invertebrates. Fish and squid that eat them are then passed on to larger fish, and from there to humans, and there is even a risk of the larvae entering the muscles [12]. Its larvae die at about 60°C. When preparing raw fish, it is more appropriate to freeze the fish first. Frozen fish should also be used in dishes made from raw fish. However, thawing conditions after freezing are also important for the use of raw materials, and this process must be carried out under appropriate conditions [6].

-Angiostrongylus cantonensis: Although normally found in some land animals, its larvae can sometimes infect animals such as freshwater shrimp, crabs and tuna, causing infection in humans. It causes meningitis in humans.

-Capillaria philippinensis: Causes a disease called intestinal capillarosis in humans, which causes diarrhea. It is reported that the infection enters the body as a result of eating raw freshwater fish that contain nematode parasite eggs.

-Diphyllobothrium latum: Lives in crustaceans and fish. It causes fatigue and anemia in humans. Some symptoms include abdominal discomfort, diarrhea or constipation, and weight loss.

-Trematodes: Their first hosts are mollusks, their second hosts are crustaceans, and their final hosts are humans or animals that eat raw fish. They live in the veins, liver and intestines of humans. It is also called salmon worm and is found in carnivorous animals that eat raw fish.

There are scientific studies on this subject that have shown that sushi can cause parasitic

zoonoses, especially anasakis, when consumed raw, especially when fish caught in risky areas [18]. It has also been determined that nematodes can be transmitted from fish and squid to humans in the larval stage. Anisakidosis caused by eating sushi and its prevention have been identified [24].

A study on Diphyllobothria-sis concluded that it was caused by the consumption of unfrozen raw salmon. The importance of freezing in the consumption of raw fish has been particularly emphasized[16]. It has been noted that the tendency to reduce cooking time increases the risk of contamination with parasites[3]. All parasites can be neutralized by adequate cooking and freezing. Since Anisakis are the most resistant species to temperature changes, the temperature change that kills them also kills others. Anisakis cells can be killed at 60 °C. However, it is necessary to control by maintaining a stable boiling temperature of the meat to some extent. If the fish is to be used as sushi or sashimi, it should be frozen. If smoked fish is to be used, hot smoked fish is preferred, considering that cold smoke does not affect the parasites. Hot smoked fish is preferred in our country. In commercial practice, Anisakis cells are killed at -35 °C for 15 hours, which is comparable to 7 days that the consumer can achieve.

In order to maintain the quality of frozen fish, it is also important to follow the thawing conditions, so that fish to be used for sushi should be thawed at 0-3 °C after freezing.[12] Dead parasites do not pose any health risk. Soaking or marinating in salt water also kills parasites, but it should be noted that nematode larvae can survive for 28 days in 21% salt.

Many sushi chefs are experienced in recognizing infected fish, and thorough cleaning of the abdominal cavity to remove parasites minimizes, but does not eliminate, the risk. 12. Similarly, parasites can be eliminated by exposing fish to light.

Heavy metals - Some fish are contaminated at a high rate depending on the food they eat. Experts say that fish are an important source of high-quality protein, vitamins and minerals, and that different types of fish do not pose a risk of mercury poisoning. However, people who consistently consume fish that contain only one type of heavy metal are at risk. The amount of contaminants varies between species, even within the same species of fish. In general, young and small fish have fewer contaminants. Species that feed on plants and small organisms contain fewer contaminants than those that consume other fish[12].

Predatory species (those that feed on other fish) and long-lived species such as swordfish, shark, and tuna are particularly susceptible to the contaminants. The FDA recommends that pregnant, breastfeeding, and women of childbearing age consume species such as shark and swordfish with methylmercury levels of 1 ppm or more no more than once a month; it recommends that other people consume no more than once a week. As for other species that account for 80% of total consumption in the United States (canned tuna, shrimp, salmon, cod, catfish, crab, scallops, etc.), the FDA has not made any specific statements because their methylmercury levels are 0.2 ppm or lower, and it is not common for these species to be consumed more than twice a week[12].

Freshwater fish and fish caught in coastal waters are reported to be at higher risk of contamination than fish caught in open waters. Furthermore, in Europe, the risks from fishing have been reported to be lower due to strict consumption conditions and controls on aquatic products[5].

Bacteria - Shellfish, in particular, are at risk of containing Vibrio sp. species and should be avoided when consumed raw. The bacteria are inactivated during the cooking process.

It is known that; However, since no such process is performed in sushi made with raw fish, the risk of bacterial growth should be considered and very fresh fish, caught from clean areas and transported under hygienic conditions, should be used[12].

It is known that low pH values are not suitable for the growth of most microorganisms [25]. It is possible that the rice used to coat the raw fish with vinegar may lower the pH and inhibit microbial growth in raw fish.It is known that low pH values are not suitable for the growth of most microorganisms [25]. It is possible that the rice used to coat the raw fish with vinegar in sushi reduces the pH and inhibits microbial growth in raw fish.

Benefits of Fish and Sushi - Raw fish used in sushi produces a certain amount of enzymes and nutrients compared to cooked fish. In particular, oily fish, which is preferred in making sushi, contains omega-3 fatty acids, unlike other foods. These reduce the risk of disease by lowering the level of LDL (Low Density Lipoproteins) and cholesterol in the blood, which are important risk factors for cardiovascular diseases. It is thought that tissue hardening occurs due to a lack of omega-3 fatty acids during brain maturation;. The lower than normal levels of omega-3 fatty acids in MS patients also strengthen this idea[2].

In addition to the vitamins, minerals and omega-3 fatty acids contained in the seafood used in sushi production, it also contains vitamins A, B and C, protein, calcium, iodine and iron due to dried seaweed[21]. Seaweed is also widely used in making sushi and has high nutritional value. They are known to be an important source of lipids, proteins, chlorophyll, carotenoids, vitamins and minerals[17]. Protein concentrates from seaweeds are also known to have good digestibility and extractability[27].

Wasabi is used to add a bitter taste to sushi and is known to inhibit bacteria that cause food poisoning[7,19,22].

Table 1. Average shelf life of fish

Protection level	Shelf life with rapid cooling (days)	Shelf life with low cooling (days)
-17,8ºC	unlimited	unlimited
0 ºC	14	8
3.3 ºC	10	7
4.4 ºC	7	5
10 ºC	3	0
21.1 ºC	0	0
32.2 ºC	0	0

The most striking findings on the effects of a seafood-based diet on human health have been found in the Eskimos, who eat seafood. In contrast to the Western diet, which is largely composed of land animals, Eskimos have been reported to have a lower incidence of heart disease due to their seafood intake. This is thought to be due to the omega-3 fatty acids found in fish oils, and polyunsaturated fatty acids are known to affect the risk of cardiovascular disease. The most important long-chain omega-3s, eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA), are found primarily in oily fish such as salmon, herring, and mackerel, and should be consumed in the diet. Consuming such fatty fish, which are rich in omega-3 fatty acids, has health benefits such as slowing the development of tumors, arthritis and asthma, strengthening the immune system, and supporting brain development in the fetus. Other benefits of omega-3 fish oils include lowering blood pressure, reducing blood viscosity, slowing arrhythmias, reducing inflammation in muscles and joints, reducing the risk of brain disorders, strengthening memory, and increasing

energy and concentration. Fish oils are also known to have a cholesterol-lowering effect[12]. A significant part of the diet of the Inuit (raw meat eaters) Eskimos consists of raw seafood. Various studies have also shown that the Eskimos suffer less from heart disease because they consume seafood, which occupies a significant place in their diet [1,4]. Findings obtained on the Japanese diet of different fish also support the findings of the Eskimos [8].

Conclusion

•The highest quality fish should be used to make sushi, hence the term "sushi grade". This means that it is fresh, of the highest quality, and free of parasites, suitable for sushi [14].
•To avoid parasites in fish, it is necessary to avoid internal organs, avoid eating raw tuna, and eat wild-caught salmon instead of salmon [12].
•In commercial practice, raw fish must be frozen at -35°C or below for 15 hours to be safe for consumption in terms of parasites. Since such low temperatures cannot be maintained; 7 days at -20°C or below are recommended for the consumer [12].
•Fish to be used for sushi should be thawed at 0-3°C after freezing.
•Especially if freshwater fish are to be used, more attention should be paid to parasites.
•Farmed fish such as salmon, sardines and herring are rich in omega-3 fatty acids and can be safely consumed up to three times a week, including by pregnant women. Swordfish, raw fish and crustaceans, shark and salmon (especially in freshwater) are species that should be avoided by pregnant and lactating women [12].
•Fish containing only one type of heavy metal should not be consumed on a regular basis. Pregnant, breastfeeding or women who are likely to have children should consume species such as shark and swordfish with methylmercury levels of 1 ppm more than once a month. It is recommended that other people do not consume such species more than once a week[12].
•The risks of parasites associated with sushi consumption should be known, appropriate precautions should be taken considering the dangers, safe consumption methods should be known and consumption should be continued to avoid unnecessary panic.
•If you are going to buy ready-made sushi from the market, it should be noted that it is a reliable brand and market and that the sushi is very fresh. The product should be consumed immediately.
It should be noted that all other foods, even water, carry certain health risks. There are also some risks of consuming raw sushi, such as the risk of Salmonella in eggs, Brucella and Listeria in milk, the risk of mad cow disease in red meat, and the risk of bird flu in poultry. The important thing is to be aware of these issues, take precautions, and consume all the foods that nature offers us.

References

1. BANG HO, DYERBERG J, NIELSEN AB. Plasma Lipid and Lipoprotein Patternin Greenlandic West-Coast Eskimos. Lancet 1971; 1: 1143-1145.
2. CASTELL JD. Fish as Brain Food. World Aqua 1988; 9: 21-22.
3. DEARDORFF TL. Epidemiology of Marine Fish-borne Parasitic Zoonoses. Southeast Asian J. Trop Med Pub Health 1991; 22: 146-9.
4. DYERBERG J, BANG HO, STOFFERSEN E, MONCADA S, VANE JR. Eicosapentaenoic Acid Prevention of Trombosis and Atherosclerosis?
Lancet 1978; 2: 117-119.

5. FELDHUSEN F. Seafood Transmitted Diseases. Deutsch Tier Wochen 1999; 106: 319-325.
6. GANOWIAK ZM, Sanitation in Marine Food Industry. In: SIKORSKI ZE, edt. Seafood: Resource. Nutritional Compositionand Preservation. CRC Press Inc. Boca Rato, Florida. 211-231, 1990.
7. HASEGAWA H, MATSUMOTO Y, HOSHINO A, IWASHITA K. Comparison of Effects of Wasabia japonica and Allyl Isothiocyanate on the Growth of Four Strains of Vibrio prahemolyticus in Lean and Fatty Tuna Meat Suspensions. Int J. Food Microbiol 1999; 49: 27-34.
8. HIRAI A, HAMAZAKI T., TREANO T. Eicosapentaenoic Acidand Platelets Function in Japanese. Lancet 1980; 2: 1132-1133.
9. http://www.13.waisays.com/fish.htm (29.04.2006)
10.http://www.chatzradio.net/forum/viewtopic.php?f orum=5&showtopic=3513 (14.05.2006)
11.http://www.eatsushi.com/article.asp?X=38 (15.05.2006)
12.http://www. fda.gov (22.05.2006)
13.http://www.northernproducts.com/html/body_ome ga_3s.html (27.04.2006)
14.http://www.uga.edu/seafood/SafeSeafood.htm (27.04.2006)
15.http://www.urbanlegends.about.com/library/bl-brainworms4.htm (15.05.2006)
16.HUTCHINSON JW, BASS JW, DEMERS DM, MYERS GB. Diphyllobothriasis After Eating Raw Salmon. Hawaii Med Jour 1997; 56: 176-177.
17.KAY RA. Microalgae as Food and Supplement. Cri Rev Food Sci Nutr 1991; 30:555-573.
18.NAWA Y, HALTZ C, BLUM J. Sushi Delights and Parasites: the Risk of Fishborne and Foodborne Parasitic Zoonoses in Asia. Clin Inf Diseas 2005; 41: 1297-303.
19.ONO H, TESAKI S, TANABE S, WATANEBE M. 6-methylsulfinylhexyl Isothiocyanate and its Hololog ues as Food-originated Compounds with Antibacterial Activity Against Escherichia coli and Staphylococcus aureus. Biosci Biotech Biochem 1998; 62: 363-365.
20.OSHIMA T. Anisakiasis-is the Sushi Bar Guilty? Parasitology Today 1987; 3: 44-48.
21.ÖZDEN Ö, GÖKOĞLU N. Sardalya balığının [Sardina pilchardus (Wal. 1792)] Soğukta Depo-lanması Sırasında Yağında Oluşan Değişimlerin İncelenmesi. Gıda 1997; 22: 309-313.
22.SHIN IS, LEE JM. Study on Antimicrobial and Antimuthagenic Activity of Horseradish (Wasabia japonica) Root Extracts. Bullet Korean Fish Soc 1998; 31: 835-841.
23.STADLBAUER V, HABERL R, LANGNER C, KREJS GJ, EHERER A. Annoying Vacation Souvenir: Fish Tapeworm (Diphyllobothrium sp.) Infestation in an Austrian Fisherman. Wien klin Woch 2005; 117: 776-779.
24. Amirli F.A., Aghamaliyev Z.Z., Abdullayeva I.G., Pashayeva Z.N.&Aghamaliyeva D.B. The role of nutrition in ensuring healthy living. Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2(148), 2024, 629-638. DOI: 10.32010/mpmc2024.085
25. Ağamalıyev Z.Z., Abdullayeva İ.Q. Müasir insanın qida pəhrizi və çatışmamazlıqlar. International Conference dedicated to the 60th anniversary of the establishment of the Department of Technology of organic substances and high-molecular compounds. “Modern problems of macromolecular compound technology”. 25-26 Aprel 2024, p.151.
26. Abbasov V.M., Əmirli F.Ə., Ağamalıyev Z.Z., Abbasova Z.V., Quliyeva N.R. Qida kimyası. Dərslik. Bakı: Elm, 2023, 260 s.

Çiy balıq (Suşi) və sağlamlığımız

Fariz Əmirli[1], Samirə Bayramova[2], Fəxriyyə Abdullayeva[3],Nərmin Quliyeva[4], Aynur Məmmədova[5], Günel Əzizova[6], Könül İravanlı[7], Günel Quliyeva[8]

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti[1-8],
Akademik Yusif Məmmədəliyev adına Neft Kimya Prosesləri İnstitutu[3]
Üzvi maddələr və yüksəkmolekullu birləşmələrin texnologiyası kafedrası
[1]orcid.org/0000-0002-9095-2982, fariz.emirov@asoiu.edu.az
[2]orcid.org/0000-0001-8142-3483, bayramova.samira.t@gmail.com
[3]orcid.org/0009-0004-1899-9649, faxriyya.abdullayeva@asoiu.edu.az
[4]orcid.org/0009-0006-1241-4819, guliyevanarmin.1991@gmail.com
[5]orcid.org/0000-0002-1938-1320, aynur.memmedova@asoiu.edu.az
[6]orcid.org/0000-0003-1913-4554, azizova.gunel@asoiu.edu.az
[7]orcid.org/0000-0002-9696-0887, iravanli.konul@asoiu.edu.az
[8]orcid.org/0009-0004-1253-770X, gunel.guliyeva@asoiu.edu.az

XÜLASƏ

Əhəmiyyətli Yapon yeməyi olan suşi Avropa və ABŞ-da restoranlarda və fast-fud yeməklərində geniş istifadə olunur. Dəniz məhsulları çox qidalıdır və suşi hazırlamaqda üstünlük verilən omeqa-3 yağ turşuları ilə zəngin yağlı balıqlar əhəmiyyətli qida mənbəyidir. Fermentlər və vitaminlər temperaturun təsirindən parçalandığı üçün xam balığın daha keyfiyyətli olduğu məlumdur. Eskimoslar üzərində aparılan bir çox araşdırmalar göstərir ki, bu insanlar dəniz məhsulları tükətimi səbəbindən nadir hallarda ürək-damar xəstəliklərindən əziyyət çəkirlər. Yaponların pəhrizi ilə bağlı araşdırmalar da oxşar nəticələr verir. Ancaq çiy balığın riskləri bilinməli və lazımi tədbirlər görülməlidir. Suşinin ən təhlükəli riskləri ağır metallar, parazitlər və bakteriyalardır. Suşinin hazırlanmasında ən vacib məsələ "sushi grade", yəni təzə, parazitsiz və ən keyfiyyətli dəniz məhsullarından istifadə etməkdir.Suşi hazırlayarkən şirin su balıqlarından uzaq durmaq lazımdır. Hamilə və süv verən qadınlar köpəkbalığı və qılınc balığının tükətimini ayda bir dəfədən çox olmamaqla məhdudlaşdırmalıdırlar. Əgər supermarketdən suşi alsanız, çox diqqətli olmalısınız, çünki hazır suşi qısa müddətdə xarab ola bilər. Belə hallarda suşi çox təzə olmalı, məhsulu hazırlayan şirkət etibarlı olmalı, saxlama şəraiti uyğun olmalı, suşi çox saxlanmamalıtezyeyilməlidir.

Açar sözlər: *Suşi, xam balıq, ağır metallar, parazitlər, balıqlar, su məhsulları*

Сырая рыба (суши) и наше здоровье

Фариз Амирли[1], Самира Байрамова[2], Фахрия Абдуллаева[3], Нармин Гулиева[4], Айнур Мамедова[5], Гюнель Азизова[6], Кенуль Иравалы[7], Гюнель Гулиева[8]

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности[1-8]
Кафедра технологии органических веществ и высокомолекулярных соединений
Институт нефтехимических процессов имени академика Я.Г.Мамедалиева Министерства науки и образования Азербайджанской Республики[3]
[1]orcid.org/0000-0002-9095-2982, fariz.emirov@asoiu.edu.az
[2]orcid.org/0000-0001-8142-3483, bayramova.samira.t@gmail.com
[3]orcid.org/0009-0004-1899-9649, faxriyya.abdullayeva@asoiu.edu.az
[4]orcid.org/0009-0006-1241-4819, guliyevanarmin.1991@gmail.com
[5]orcid.org/0000-0002-1938-1320, aynur.memmedova@asoiu.edu.az

[6]orcid.org/0000-0003-1913-4554, azizova.gunel@asoiu.edu.az
[7]orcid.org/0000-0002-9696-0887, iravanli.konul@asoiu.edu.az
[8]orcid.org/0009-0004-1253-770X, gunel.guliyeva@asoiu.edu.az

РЕЗЮМЕ

Суши, важное японское блюдо, широко употребляется в ресторанах и фастфудах в Европе и США. Морепродукты очень питательны, а жирная рыба, которую предпочитают при приготовлении суши, является важным источником жирных кислот омега-3. Также известно, что сырая рыба более качественна, поскольку ферменты и витамины не разрушаются под воздействием температуры. Многие исследования, проведенные на эскимосах, показывают, что эти люди редко страдают сердечно-сосудистыми заболеваниями из-за потребления морепродуктов. Исследования рациона японцев также дают схожие результаты. Однако следует знать риски, связанные с сырой рыбой, и принимать необходимые меры предосторожности. Наиболее важными рисками, связанными с суши, являются тяжелые металлы, паразиты и бактерии. Самым важным вопросом при приготовлении суши является использование «класса суши», то есть свежих, свободных от паразитов и самых качественных водных продуктов. Источник этого также следует знать, и следует избегать пресноводной рыбы при приготовлении суши. Беременным и кормящим женщинам следует ограничить потребление акулы и рыбы-меч не чаще одного раза в месяц. Если вы покупаете суши в супермаркете, вам нужно быть очень осторожным, потому что готовые суши могут испортиться за короткое время. В таких случаях суши должны быть очень свежими, компания, которая приготовила продукт, должна быть надежной, условия хранения должны быть подходящими, а суши должны быть съедены быстро. Каждая пища, даже вода, несет в себе определенные риски для здоровья. Важно знать об этой проблеме, принимать необходимые меры предосторожности и наслаждаться каждой пищей, которую нам предлагает природа.

Ключевые слова: *суши, сырая рыба, тяжелые металлы, паразиты, рыба, водные продукты*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1683

ДИАГНОСТИКА ВОЗБУДИТЕЛЯ КОЛЬЦЕВОЙ ГНИЛИ В КЛУБНЯХ КАРТОФЕЛЯ МЕТОДОМ ИЗОЛЯЦИИ

Валиева Н.А.

Азербайджанский Институт Продовольственной Безопасности, Азербайжан, Баку
veliyeva.n@afsa.gov.az

Резюме

Бактериальная кольцевая гниль картофеля (*Solanum tuberosum*), вызываемая грамположительной коринеформной бактерией *Clavibacter sepedonicus*, является важным карантинным заболеванием, угрожающим картофельной отрасли во всем мире. Это вредный организм, внесенный в список ЕОКЗР А2, который может нанести серьезный экономический ущерб. Прямые потери связаны с увяданием и гниением клубней в поле и на складе. Даже при отсутствии симптомов может наблюдаться значительное снижение урожайности. Патоген передаётся через семена (через семенные клубни, а не через настоящие семена), что позволяет бактериям передаваться на большие расстояния через инфицированные клубни. Это самая главная причина того, что борьба с кольцевой гнилью является серьезной проблемой. Цель работы – изучение морфологических и биохимических свойств Clavibacter sepedonicus – возбудителя кольцевой гнили картофеля методом изоляции.

Ключевые слова: *картофель, кольцевая гниль, клубень, патоген, Claviabacter sepedonicus*

ВВЕДЕНИЕ

В 1905 году в Германии было описано бактериальное заболевание под названием «кольцевая гниль картофеля», а возбудитель был назван Bacterium sepedonicum, которое позже было изменено на Aplanobacter sepedonicus, описывающее неподвижную палочковидную бактерию. В дальнейшем грамположительные фитопатогенные бактерии были переведены в род Phytomonas, а возбудитель кольцевой гнили картофеля получил название Phytomonas sepedonica. Поскольку род Phytomonas включает как грамотрицательные, подвижные, зелено-флуоресцентные (теперь известные как Pseudomonas spp.), так и грамположительные, неподвижные бактерии с желтым/оранжевым пигментом (теперь известные как Clavibacter spp.). Предлагаемая реклассификация не была принята большинством бактериологов того времени. Так, Доусон (1942) грамположительные коринеформные фитопатогенные бактерии перевел в род Corynebacterium («клубная» бактерия) (Lehmann & Neumann, 1896), а возбудитель кольцевой гнили картофеля был назван Corynebacterium sepedonicum. Долгое время возбудитель носил название Corynebacterium sependonicum. В настоящее время установлено, что традиционный род Corynebacterium гетерогенный, в связи с чем были высказаны предложения разделить его на несколько родов. В частности, аэробные фитопатогенные бактерии, содержащие 2,4-диаминомасляную кислоту в составе клеточной

стенки, выделены в 1988 году в новый род Clavibacter. Поэтому, возбудитель кольцевой гнили картофеля был переименован в Clavibacter michiganensis subsp. sepedonicus.

Бактериальная кольцевая гниль картофеля (Solanum tuberosum), вызываемая грамположительной коринеформной бактерией Clavibacter sepedonicus, является важным карантинным заболеванием, угрожающим картофельной промышленности во всем мире. Возбудитель чрезвычайно заразен. Он зимует в основном в семенных клубнях и может сохраняться до 2 лет в виде засохшей слизи на режущих ножах, бункерах для хранения, оборудовании для посадки и сбора урожая, мешковине, бумаге и пластике. Бактерия не погибает при замораживании, передается с семенами (через семенные клубни, а не через настоящие семена), что позволяет бактериям передаваться на большие расстояния через инфицированные клубни. CMS был способен выжить в течение 7 дней в нестерильной поверхностной воде при температуре 10°C. Максимальный период выживания CMS в стерильной водопроводной воде при 20°C составил 35 дней. Низкие температуры (4°C) не способствуют выживанию, как в почве.

Как правило, эти бактерии представляют собой грамположительные клетки булавовидной формы, прямые или слегка изогнутые палочки размером 0,4-0,75 × 0,8-2,5 мкм, с колониями от кремового до желтовато-кремового цвета. Оптимальная температура для роста бактерий - +20+23°C, максимальная - +30+31°C, минимальная - +3+4°C.

Возбудитель поражает представителей семейства Solonaceae. Картофель является основным хозяином возбудителя, но заражение встречается также на баклажанах, томатах и сахарной свекле. При заболевании картофеля кольцевой гнилью место поражения на срезе клубня имеет вид кольца, а при прорастании столонов бактерии накапливаются в проводящих сосудах, вызывая их закупорку и постепенное увядание листьев и стебля [16].

Симптомы болезни. Clavibacter sepedonicus трудно обнаружить из-за низкой заболеваемости бессимптомными латентными инфекциями и сложности получения культур даже из симптоматического материала, поскольку он медленно растет на агаризованной среде и легко зарастает сапрофитами. Признаки кольцевой гнили клубней обычно наблюдаются после сбора урожая и во время хранения. Первоначальный симптом — светло-желтое стекловидное изменение цвета сосудистого кольца клубня на конце столона. Это развивается в более темное кремово-желтое или светло-коричневое пятно сосудистого кольца с рассыпчатой или творожистой консистенцией, из которой при разрезании и сдавливании клубней выделяются молочные капли бактериальной слизи.

На инфицированных клубнях симптомы можно наблюдать, если разрезать клубень продольно через пяточный конец, где клубень был прикреплен к столону. Повышенная частота появления клубней с симптомами заболевания наблюдается после периода хранения. Симптомы легко спутать с другими болезнями картофеля, такими как R. solanacearum, Dickeya spp., Pectobacterium spp., Rhizoctonia solani, Fusarium spp. или Verticillium spp. или при старении, засухе или механическом повреждении. Увядание, вызванное Dickeya spp. и Pectobacterium spp., обычно ассоциируется с почернением стеблей. Другие увядания можно отличить от увяданий, вызванных C. sepedonicus, поскольку у последних быстро увядают целые листья или целые растения.

Что касается бурой гнили картофеля, вызываемой R. solanacearum, то симптоматические растения картофеля имеют коричневую окраску и некроз сосудистых тканей на надземных участках. Фитофтороз картофеля включает мокрые и сухие гнили. Вторичные инфекции могут маскировать типичные симптомы кольцевой гнили.

Материалы и методы

Изоляция, обнаружение и идентификация патогена. Для идентификации возбудителя *Claviabacter michiganensis subsp. sepedonicus* применяют различные методы исследования. В настоящей работе для подтверждения возбудителя кольцевой гнили было использовано традиционный метод изоляции. Материалом исследований были клубни картофеля, которые имели признаки кольцевой гнили при визуальном осмотре – 100 проб. Клубни картофеля тщательно промывали водопроводной водой, а затем последовательно стерилизовали сначала 1% раствором гипохлорита натрия, потом 70 % этанолом. После удаления стерильным ножом небольшого участка кожуры с пяточного (столонного) конца каждого клубня было удалено небольшие стержни (например, 0,2-0,5 г) обнаженной сосудистой ткани, таким образом количество несосудистой ткани было сведенено к минимуму.

Материал был измельчен в небольшом объеме 50 мМ фосфатного буфера и был оставлен на 5–10 мин. Была приготовлена серия десятичных разведений суспензии в 10 мМ фосфатном буфере. Поскольку бактерия обычно присутствует в больших популяциях в инфицированных симптоматических тканях, сапрофиты обычно растворяются, а патоген остается. Поэтому рекомендуется распределить 100 мкл каждого образца в разведениях от 1/100 до 1/10 000 на среду MTNA, используя метод раскладывания (разбрасывания). Первоначальные 100 мкл неразбавленной аликвоты картофеля распределялись на первую чашку с агаром с помощью разбрасывателя, а затем разбрасыватель использовался без пламени на второй, а затем на третьей чашке с агаром. Для выделения использовалось рекомендованная полуселективная среда MTNA [состав среды MTNA: Bacto-Yeast-Extract (Difco) 2.0 g/l, mannitol 2.5 g/l; K_2HPO_4 0.25 g/l; KH_2PO_4 0.25; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.1 g/l; $MnSO_4 \cdot H_2O$ 0.015 g/l; NaCl 0.05 g/l; $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.005 g/l; Microbiological grade agar 16 g. После автоклавирования и охладив до 50°C, добавляются антибиотики: Trimethoprim 0.06 g; Nalidixic acid 0.002 g и Amphotericin B 0.01 g. Растворы антибиотиков: триметоприм и налидиксовая кислота, оба 5 мг/мл в метаноле, амфотерицин Б 1 мг/мл в диметилсульфоксиде. Растворы стерилизуются фильтрованием]. Оптимальная температура инкубации для роста составляет примерно 21–23°C. Температура выше 28°C может оказаться губительной для роста. Выделение из тканей растений обычно занимает 3–10 дней. Чашки сначала были исследованы для сравнения с положительным контролем через 3 дня, а затем через 5, 7 и 10 дней. Наиболее характерные колонии по внешнему виду были отобраны и инкубированы на отдельной чашке Петри со средой MTNA в течение 24 часов. Выделенная чистая культура была использована для биохимических тестов (Таблица 1). В отличие от всех других фитопатогенных коринеформных бактерий *C. sepedonicus* на плотных средах обычно не пигментируется.

В целом, штаммы *C. m. sepedonicus* используют в качестве источника углерода: l-арабинозу, d-ксилозу, галактозу, d-фруктозу, d-маннозу, маннитола, целлобиозу, мальтозу, лактозу, сахарозу, трегалозу, d-раффинозу (положительные результаты более чем у 90% штаммов). Учитывая это *C. sepedonicus* был определен на основе утилизации углерода в дисахаридах и гексозных спиртах.

Таблица 1.

№	Название биохимического теста	Соответствующий результат	Полученный результат	Тесты с сахарами	90% положительных	Полученный результат
			01			01
1	ОФ	Inert or weak	weak	L-арабиноза	+	+
2	Тест на оксидазу	-	-	D-ксилоза	+	+
3	Активность каталазы	+	+	Галактоза	+	+
4	Редуцирование нитрата	-	-	Д-фруктоза	+	+
5	Тест на уреазу	-	weak	D-манноза	+	+
6	Продукция H_2S	-	-	Маннитол	+	+
7	Образование индола	-	-	Целлобиоза	+	+
8	Утилизация цитрата	-	-	Мальтоза	+	+
9	Гидролиз крахмала	-or weak	-	Лактоза	+	+
10	Рост при 37^0C	-	-	Сахароза	+	+
11	Рост при 7% NaCl	-	-	Трегалоза	+	+
12	Гидролиз желатина	-	-	D-раффиноза	+	+
13	Гидролиз эскулина	+	+			

Результаты и выводы

Бактериальная кольцевая гниль, вызываемая *C.sepedonicus*, когда-то считалась разрушительной болезнью во многих регионах выращивания картофеля. Хотя болезнь остается очень серьезной угрозой, разрушения, которые она вызвала в 1930-х и 1940-х годах, были в значительной степени смягчены строгими программами сертификации семенного картофеля с нулевой терпимостью к этой болезни, которые были реализованы в большинстве картофелеводческих стран. За последние 20-30 лет заболеваемость этим заболеванием была значительно снижена за счет тестирования бессимптомных партий семян с использованием серологических и молекулярных методов, предназначенных для выявления скрытой инфекции кольцевой гнили.

В таблице 1 показано, что протестированный изолят имеет положительную реакцию на каталазу, гидролиз эскулина, так же слабоположительную реакцию на ОФ и гидролиз крахмала. С другой стороны, он имеет отрицательную реакцию на оксидазу, редуцирование нитрата, продукцию H_2S, тест на уреазу, образование индола, толерантность к NaCl (7%), гидролиз желатина, утилизация цитрата, рост при температуре 37°C.

На основании морфологических, культуральных, биохимических характеристик выделенных бактерий можно заключить, что протестированный изолят идентифицирован как *Clavibacter michiganensis* sp. *Sepedonicus* и было установлено наличие инфекции в клубнях картофеля.

Литература

1. Abdel- Kader, D., Kakau, J., Mueller, P., Pastrik, K.H. & Seigner, L. (2004) Spread of bacterial ring rot of potato (Clavibacter michiganensis ssp. sepedonicus) by the use of contaminated crates. Gesunde Pflanzen, 56, 116– 121.
2. Alivizatos, A.S. (1989) A leaf injection technique for the enhancement of low populations of Clavibacter michiganensis subsp. sepedonicus. In: Tjamos, E.C. & Beckman, C.H., (Eds.) Vascular

wilt diseases of plants. NATO ASI Series (Series H: Cell Biology). Berlin, Heidelberg: Springer, 28, pp. 133– 142.
3. Baer, D., Mitzel, E., Pasche, J. & Gudmestad, N.C. (2001) PCR detection of Clavibacter michiganensis subsp. sepedonicus- infected tuber samples in a plate capture assay. American Journal of Potato Research, 78, 269– 277
4. Nelson G.A. Corynebacterium sepedonicum in potato: Effect of inoculum concentration on ring rot symptoms and latent infection// Canad. J. Plant Pathol. 1982. V. 4. №. 2. P. 129–133.
5. Васильева С.В. Бактериальные болезни картофеля и меры борьбы с ними // Картофель и овощи. 2001. № 3. С. 46–47
6. Желдакова Р.А., Мямин В.Е. Фитопатогенные микроорганизмы: Учеб.метод. комплекс для студентов биол. фак-тов. Спец. G– 310101 «Биология». Минск: БГУ, 2006. 116 с
7. Eichenlaub R., Gartemann K.H., Burger A. Clavibacter michiganensis, a group of gram-positive phytopathogenic bacteria// Plant-Associated Bacteria. 2006. P. 385–421
8. Westra A.G., Slack S.A. Isolation and characterization of extracellular polysaccharide of Clavibacter michiganesis subsp. sepedonicus// Phytopathol. 1992. V. 82. № 1. P. 93
9. Henningson P.J., Gudmestad N.C. Comparison of exopolysaccharides from mucoid and nonmucoid strains of Clavibacter michiganensis subspecies sepedonicus// Canad. J.Microbiol. 1993, V.39, №3, P. 291-296
10. Easton G.D., 1979. The biology and epidemiology of potato ring rot. American potato, J., 56, 459-460.
nad. J. Microbiol. 1993. V. 39. № 3. P. 291–296

Kartof yumrularında həlqəvi çürümənin izolyasiya üsulu ilə diaqnostikası

Vəliyeva N.A.
Azərbaycan Qida Təhlükəsizliyi İnstitutu, Azərbaycan, Bakı
veliyeva.n@afsa.gov.az

XÜLASƏ

Clavibacter sepedonicus qram-müsbət korineform bakteriyasının törətdiyi kartofun bakterial halqa çürüməsi (*Solanum tuberosum*) bütün dünyada kartof sənayesini təhdid edən mühüm karantin xəstəliyidir. Bu, ciddi iqtisadi itkilərə səbəb ola bilən EPPO A2 zərərvericisidir. Birbaşa itkilər tarlada və anbarda kök yumrularının solması və çürüməsi ilə əlaqədardır. Semptomlar olmadıqda belə, məhsuldarlığın əhəmiyyətli dərəcədə azalması müşahidə edilə bilər. Xəstəlik törədici toxumla (əsl toxumlarla deyil, toxum kökləri vasitəsilə) ötürülür, bu da bakteriyaların yoluxmuş kök yumruları vasitəsilə uzun məsafələrə ötürülməsinə imkan verir. Üzük çürüməsi ilə mübarizənin ciddi problem olmasının əsas səbəbi budur. İşin məqsədi kartof halqa çürüklüyünün törədicisi *Clavibacter sepedonicusun* morfoloji və biokimyəvi xüsusiyyətlərini təcrid üsulu ilə öyrənməkdir.

Açar sözlər: *kartof, üzük çürüməsi, yumru, patogen, Claviabacter sepedonicus*

Diagnosis of The Causal Agent of Ring Rot in Potato Tubers Using the Isolation Method

Valiyeva N.A.

Azerbaijan Food Safety Institute, Azerbaijan, Baku
veliyeva.n@afsa.gov.az

ABSTRACT

Bacterial ring rot of potato (*Solanum tuberosum*), caused by the Gram-positive coryneform bacterium *Clavibacter sepedonicus*, is a highly destructive disease with significant phytosanitary importance. Listed on the EPPO A2 quarantine list, this pathogen poses a serious threat to potato production and trade worldwide. The disease leads to substantial economic losses due to the wilting and rotting of tubers both in the field and during storage. Even in asymptomatic cases, infected tubers can result in considerable yield reduction. One of the primary challenges in controlling ring rot lies in the transmission mechanism: *C.sepedonicus* is disseminated through infected seed tubers rather than true botanical seeds, facilitating long-distance spread and latent infections. Effective diagnosis and detection are therefore crucial for disease management and prevention of further spread.

This study aims to investigate the morphological and biochemical characteristics of *Clavibacter sepedonicus* using the isolation method. Tubers suspected of infection were subjected to classical bacteriological techniques to isolate and identify the pathogen. The isolation process involved surface sterilization, tissue maceration, and culturing on selective media, followed by assessment of colony morphology, Gram staining, and biochemical testing. The obtained isolates were evaluated to confirm their identity and pathogenic potential.

The results provide insight into the typical features of *C. sepedonicus*, supporting its accurate identification and contributing to improved diagnostic protocols. Enhancing the reliability of laboratory detection methods is essential for phytosanitary monitoring, certification of planting material, and the implementation of effective quarantine measures to mitigate the spread of this economically damaging disease.

Keywords: *potato, ring rot, tuber, pathogen, biochemical, Clavibacter sepedonicus*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1689

ƏTRAF MÜHİT VƏ QİDA TƏHLÜKƏSİZLİYİNİN BAŞ SOĞAN BİTKİSİNİN İSTİFADƏSİNDƏ ƏHƏMİYYƏTİ

Zibeydə A.Əliyeva

Tərəvəzçilik Elmi Tədqiqat İnstitutu publik hüquqi şəxs, Bakı, Azərbaycan
Toxumçuluq şöbəsi, aparıcı elmi işçisi
a.e.ü.f.d, dosent, orcid.org/0009-0009-2560-1869info@teti.az,

Xülasə

Dövlətçilik təcrübəsində öz dəsti xətti ilə fərqlənən Prezident İlham Əliyev cənablarının daha yeni forma və mütərəqqi metodlarla icrası istiqamətində apardığı məqsədyönlü, sistemli iş öz bəhrəsini vermişdir. Artıq uzun illərdir ki, Azərbaycan iqtisadiyyatı artan tempinə, adambaşına düşən xarici investisiyanın məbləğinə görə dünya ölkələri içərisində liderliyi ələ almış və ən islahatçı ölkə kimi ön mövqeyə çıxmışdır. Bu inkişaf ölkəmizin aqrar siyasətinə, o cümlədən tərəvəzçilik sahəsinə də öz müsbət təsirini göstərmişdir. Kənd təsərrüfatı bitkiləri içərisində istər qidalılıq, istərsədə istifadə edilmə xüsusiyyətlərinə görə tərəvəz bitkiləri mühüm yer tutur. Respublikada tərəvəz məhsulları istehsalının daha da artırılması Dövlət Proqramlarında nəzərdə tutulmuşdur. Seleksiyaçı alimlərin qarşısında duran əsas məqsəd respublikanın müxtəlif regionlarının toqpaq-iqlim xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla tərəvəzçiliyin elmi əsaslarla inkişaf etdirilməsini, yeni yüksək məhsuldar sortların yaradılmasını, tərəvəzçiliyin dinamik inkişafına təminat verən əhatəli və kompleks proqramın işlənib həyata keçirilməsini, işlənmiş elmi nailiyyətlərin və qabaqcıl təcrübənin istehsalata tətbiqi və geniş yayılması sahəsində tərəvəzçiliklə məşğul olan təsərrüfat sahələrinə lazımi elmi-metodik köməklik göstərilməsini təşkil etməkdən ibarətdir. İstehsalın artımı əkin sahələrinin hesabına deyil, həmçinin ətraf mühit və qida təhlükəsizliyinin təmin edilməsi yolu ilə də əldə edilməlidir. Bunun üçün elmin, qabaqcıl təcrübənin son nailiyyətləri bacarıqla tətbiq edilməli, məhsuldar, xəstəlik və zərərvericilərə, abiotik amillərin əlverişsiz stress təsirlərinə qarşı davamlı sortlar yaradılmalı və tətbiq edilməli, qulluq işləri yüksək səviyyədə həyata keçirilməli və nəhayət ixtisaslaşmış təsərrüfatlar yaradılmalıdır. Elə bu məqsədlə də həm dövlət, həm də özəl sektorun bütün torpaq tiplərində seleksiyaçı alimlər tərəfindən yüksək məhsuldarlığa malik keyfiyyətli tərəvəz sortları yaradılır və müxtəlif iqlim şəraitində becərilir.

Açar sözlər: *ətraf mühit, qida təhlükəsizliyi, seleksiya, tərəvəz bitkiləri, sortlar, məhsuldarlıq*

GİRİŞ

Kənd təsərrüfatının müxtəlif sahələrinin dinamik inkişafının təmin edilməsində istər yerli, istərsə də beynəlxalq miqyasda baş verən dəyişikliklər ətraf mühit və qida təhlükəsizliyi baxımından özünəməxsus xüsusiyyətləri ilə fərqlənir.

Azərbaycan Respublikasında ətraf mühitin və qida təhlükəsizliyinin müasir vəziyyəti, onun öyrənilməsi, müvafiq proqnozların hazırlanaraq vacib tədbirlərin görülməsinə ehtiyac vardır.

İstehsalın artımı əkin sahələrinin hesabına deyil, vahid sahədən məhsuldarlığın yüksəldilməsi yolu ilə əldə edilməlidir. Bunun üçün elmin, qabaqcıl təcrübənin son nailiyyətləri

bacarıqla tətbiq edilməli, məhsuldar, xəstəlik və zərərvericilərə, abiotik amillərin əlverişsiz stress təsirlərinə qarşı davamlı sortlar yaradılmalı və tətbiq edilməli, qulluq işləri yüksək səviyyədə həyata keçirilməli və nəhayət baş soğan bitkisi üzrə ixtisaslaşmış təsərrüfatlar yaradılmalıdır.

Məqsəd:

Tərəvəz bitkiləri içərisində qiymətli qida məhsulu kimi geniş iqtisadi əhəmiyyətə malik olan, yüksək məhsuldar, uzun müddət saxlanma qabiliyyətli, keyfiyyətli sortların yaradılması tərəvəzçi seleksiyaçı alimlərin əsas məqsədidir.

Material və metodlar

Bol və keyfiyyətli soğan istehsalı günün vacib məsələsi kimi qarşıda durur. Bunun üçün "Tərəvəzçilik Elmi Tədqiqat İnstitutu" publik hüquqi şəxsdə Azərbaycanın iqlim şəraitində becərilməsi mümkün olan yüksək məhsuldar, uzun müddət saxlanma qabiliyyətinə malik yeni sortların dünya kolleksiyasından gətirilməsi və seçilməsi, nisbətən az yayılmış yerli sortların toplanması və tədqiq edilməsi, eyni zamanda, keyfiyyətli və bol məhsul verən sortların yaradılması təxirəsalınmaz bir vəzifə kimi tərəvəzçi seleksiyaçı alimlərin öhdəsinə düşür [2].

Çox istifadə edilməsinin və geniş yayılmasının əsas səbəbi qidalılığı və müalicəvi xüsusiyyətləridir. Soğanın tərkibində 2% zülal, 6-12% şəkər, 0,6-1,4% mineral duzlar, A, B, B_2, C, PP vitaminləri və efir yağları kimi qiymətli maddələr vardır. Vitaminlər yaşıl kütlədə daha çoxdur [1].

Hələ qədim zamanlarda xalq arasında soğandan mədə-bağırsaq xəstəliklərinin müalicəsində geniş istifadə edilirdi. Onlar soğandan yatalaq, vərəm və s. xəstəliklərə qarşı müalicə bitkisi kimi istifadə edirlər. Tərkibində bəzi mikroorqanizmləri məhv edən fitonsidlərin olması soğanı tələbat nöqteyi-nəzərindən daha qiymətli bitkilər sırasına daxil edir. Soğandan təzə halda, müxtəlif xörəklərin və salatların hazırlanmasında geniş istifadə edilir. Ümumiyyətlə, respublikamızda milli xörəklərin soğansız hazırlanması mümkün deyildir. Məhz bunun nəticəsidir ki, Azərbaycanda bir ildə adam başına 20 kq-dan çox soğan işlədilir.

Nəticələrin müzakirəsi

Tədqiqatın obyekti olaraq Azərbaycan ərazisində yayılmış yerli sortlar və bir çox xarici dövlətdən gətirilmiş nümunələr toplanmaqla kolleksiyaya 48 müxtəlif soğan sortları və nümunələri daxil edilmişdir. Soğan ikiillik bitki olmaqla, onun 400-ə qədər növü məlumdur. Azərbaycanda baş soğan daha çox yayılmış və bu növün böyük əhəmiyyəti vardır [3].

Soğan əsas tərəvəz bitkilərindən biri olub, yaşıl kütləsindən səbzə tərəvəz kimi, baş soğandan isə yemək və konserv sənayesində geniş istifadə olunur.

Ekoloji cəhətdən plastik, əlverişsiz abiotik amillərə qarşı davamlı, stabil yüksək məhsuldarlığı və keyfiyyəti ilə səciyyələnən nümunələrin müəyyənləşdirilməsində ətraf mühitin rolu əvəzsizdir.

Aparılmış tədqiqatlara əsasən, nəzərdə tutulmuş problemin həlli istiqamətində əkilmiş nümunələrin spesifik xüsusiyyətləri və ətraf mühitində təsirinin olduğu məlum olmuşdur [4; 5].

Öyrənilmiş nümunələrdə yekcinslik alınana qədər hərtərəfli tədqiqat işləri-biometrik ölçmələr, hesablamalar, morfoloji və təsərrüfat qiymətli əlamətlərin öyrənilməsi həyata keçirilmişdir.

Baş soğan əlverişli iqlim və torpaq şəraitində özünün inkişaf dövrünün iki il müddətində başa çatdırır. Birinci il vegetativ orqanlar əmələ gələcək böyüyür və soğanaqda qida maddələri

toplanır, sorta məxsus soğanaqlar formalaşır.

Soğanağın forması sortdan asılı olaraq dəyişir. Qurumuş qabığı ətraf mühitin təsirindən ağ rəngdən ağ-göyümsov, sarı, qəhvəyi, müxtəlif ləkəli bənövşəyi rəngə qədər dəyişir. Dadı şirin, yarımacı və acı olur.

İkinci il soğanaqda toplanmış qida maddələri hesabına, sonra isə inkişaf etmiş kök sistemi vasitəsilə torpaqdan qidalanır, çiçək zoğları, çətirlər və toxum əmələ gətirir. Beləliklə, bitki öz inkişaf fazasını başa vurur [6; 7].

Ətraf mühitin təsiri və qida təhlükəsizliyi istiqamətində soğan bitkisi ilə aparılan tədqiqatların nəticəsi olaraq 2 yeni sort (Aydan və Aytac) yüksək göstəricilərlə respublikada rayonlaşdırılmışdır. Aşağıda həmin sortlar haqqında müfəssəl məlumat verilir:

AYDAN sortu

Sort Türkiyə mənşəli sortnümunələrdən öyrənilib, seçilib və süni tozlanma üsulu ilə yaradılmışdır.

Sort tezyetişəndir, orta hesabla toxum səpindən 37,5 gün sonra kütləvi çıxış verir. Vegetasiya müddəti (kütləvi çıxışdan soğanağın texniki yetişkənliyinə kimi)101-103 gündür.

Sort üzvi (peyinə) və mineral gübrələrə (N, P, K) tələbkardır. Bitkinin hündürlüyü 9,3 sm, yarpağının eni 1,0sm, uzunu 21,3 sm, yarpağın rəngi təzə halda açıq yaşıl, quruyanda bozumtul, kütləsi quru halda 45 qramdır.

Soğanağın forması uzunsov, rəngi açıq sarı, az qabıqlı, dadı yarım acı, indeksi 1,5 sm, tərkibində quru maddə 11,8%, ümumi şəkər 8,5%, C vitamini 12,1 mq%, soğanağın kütləsi 119 qramdır.

Hektardan orta məhsuldarlıq 165,6 sen, əmtəəlik məhsul isə 95,5%-dir.

Toxumçuluq sahəsində əkilmiş bir soğanaqdan 10,8 qram, hektardan isə 772 kq yüksək keyfiyyətli reproduksiyalı toxum istehsal olunur.

Sort xəstəlik və zərərvericilərə davamlı, saxlanmağa yararlıdır.

Sort Macarıstan mənşəli sortnümunələrdən öyrənilib, seçilib və sərbəst tozlanma üsulu ilə yaradılmışdır.

Sort tezyetişəndir, orta hesabla toxum səpindən 36 gün sonra kütləvi çıxış verir. Vegetasiya müddəti (kütləvi çıxışdan soğanağın texniki yetişkənliyinə kimi)119,0 gündür.

Sort üzvi (peyinə) və mineral gübrələrə (N, P, K) tələbkardır. Bitkinin hündürlüyü orta hesabla 14 sm, yarpaqların sayı 7 ədəd, yarpağının eni 1,9 sm, uzunu 42 sm, yarpağın rəngi təzə halda açıq yaşıl, quruyanda bozumtul, kütləsi quru halda 43 qramdır.

Soğanağın forması yumru, rəngi açıq sarı, az qabıqlı, dadı yarımacı, indeksi 1,5 sm, tərkibində orta hesabla quru maddə 12,1 %, ümumi şəkər 7,7%, C vitamini 11,8mq%, əmtəəlik bir baş soğanın orta kütləsi 126,3 qramdır. Hektardan orta məhsuldarlıq 173,3 sen., əmtəəlik məhsul isə 97,2%-dir.

Toxumçuluq sahəsində əkilmiş bir soğanaqdan 13,8 qram, hektardan isə 986 kq yüksək keyfiyyətli reproduksiyalı toxum istehsal olunur.

Sort xəstəlik və zərərvericilərə davamlı, saxlanmağa yararlıdır.

Soğan üçün sələf bitkisi xiyar, kələm, pomidor, kartof, qarpız, yemiş və s. hesab edilir.

Müəyyən edilmişdir ki, soğanın kök sistemi fitonsidlər əmələ gətirərək torpaqda olan bəzi ziyanverici göbələklərin məhv edir və torpağı zərərsizləşdirir. Buna görə də soğan bitkisi pomidor, bibər, kartof və kələm üçün ən yaxşı sələf ola bilər.

Soğan bitkisi üçün alaqsız torpaqlar daha əlverişlidir. Alaqlı sahələrdə səpin apardıqda müsbət nəticə almaq olmur. Soğan işıqsevən bitki olduğundan səpildiyi sahə açıq və gündəyən

olmalıdır.

Soğan bitkisnin gübrələmə sistemində hər hektara 120-150 kq azot və fosfor, 80-120 kq kalium verilməsi məsləhət görülür. Fosforun və kaliumun 50%-i payız şumu altına, qalan 50%-i isə vegetasiya müddətində 2 dəfə yemləmə şəklində verilməlidir.

Tərəvəzçilik zonalarının torpaq və iqlim şəraitindən asılı olaraq soğanı payızda və yazda aşağıdakı müddətlərdə səpmək olar:

	Yazda	Payızda
Lənkəran –Astara	5.II-20.II	25.IX-30.IX
Quba- Xaçmaz	20.II-10.III	10.IX-15.IX
Gəncə-Qazax	5.III-20.III	20.IX-30.IX

Abşeronda səpin 50+20x20 sm sxemlə aparılır.

Cücərtiləri iki dəfə seyrəltmək lazımdır. Birinci seyrəltmə bitkidə 2-3 yarpaq, ikinci isə 4-5 yarpaq əgələ gələn zaman aparılır. Bitki arası birinci seyrəltmədə 2-3 sm, ikinci seyrəltmədə isə sortdan asılı olaraq 5-8 sm saxlanılır. Birinci suvarma cücərmə dövründə, sonrakı suvarmalar isə bitkinin tələbatından, torpaq və havanın rütubətindən asılı olaraq aparılır. Yığıma 20-25 gün qalmış suvarma dayandırılmalıdır.

Cins və yüksək keyfiyyətli toxumu istehsal etmək üçün sorta məxsus əlamətlərə malik olan, tam yetişmiş, iri və sağlam soğanlar seçilməli və xüsusi anbarlarda saxlanılmalıdır. Seçilmiş toxumluq soğan zonaların iqlim və torpaq şəraitindən asılı olaraq mart ayında torpağa basdırılır.

Bütün aqrotexniki tədbirlər, səpin və əkin vaxtları hər iki sortlar üçün xarakterikdir.

Nəticə

1. “Tərəvəzçilik Elmi Tədqiqat İnstitutu” publik hüquqi şəxsin seleksiya şöbəsi tərəfindən baş soğanla aparılan tədqiqat işlərini genişləndirmək üçün kolleksiya materialları öyrənilmişdir.
2. Bu materiallar ÜmumRusiya Bitkiçilik İnstitutundan, xalq seleksiyası yolu ilə alınmış yerli nümunələrdən və institutun genefondundan götürülmüş nümunələr olmuşdur.
3. Nümunələr üzərində fenoloji müşahidələr aparılmış, metodikaya uyğun olaraq biomorfoloji əlamətlərinə, qiymətli-təsərrüfat xüsusiyyətlərinə görə onların bütün təsvirləri öyrənilmiş, seçilmiş və qiymətləndirilmişdir.
4. Ətraf mühitin və qida təhlükəsizliyinin təsiri istiqamətində baş soğanla aparılmış seleksiya tədqiqatlarının nəticəsi olaraq 2 yeni sort KTN Aqrar Xidmətlər Agentliyi tərəfindən sınaqdan keçirildikdən sonra alınan müsbət nəticələrə görə respublikada rayonlaşdırılmış və müəlliflik şəhadətnaməsi təqdim edilmişdir.

Ədəbiyyat

1. Əliyeva Z.A. Abşeronda baş soğan nümunələrinin tədqiqi və seleksiya işində istifadə edilməsi. Respublika elmi-praktik konfransı, 2021. Qərbi Kaspi Universiteti
2. Allahverdiyev E.İ., Əliyeva Z.A. və başqaları. Baş soğan bitkisinin məhsuldarlığının formalaşmasında bəzi texnoloji və bioloji aspektlər. Respublika elmi-praktik konfransın materialları, Gəncə, Azərbaycan, 2022.
3. Allahverdiyev E.İ., Əliyeva Z.A. Dəyişkən iqlim şəraiti və baş soğan istehsalının dayanıqlı idarə olunması. Beynəlxalq elmi-praktiki konfransın materialları. Elmi Tədqiqat Əkinşilik İnstitutu, Bakı-2024
4. Алексеева М.В. 1975. Закономерности роста и развития репчатого лука и чеснока Москва,105с.
5. Алексеевский И.Н. 1982. Выращивание лука и чеснока. Саратов, стр. 85-135.
6. Кацен С.Д. 1981. Культура лука и чеснока в Молдавии. Кишинев, 75 стр.

7. Нацентов Д.И. 1968. Лук и чеснок. Москва, 85 стр.

The importance of environment and food safety in the use of onion plants

Zibeyda A. Aliyeva
Scientific-Research Institute of Vegetable Growing public legal entity, Baku, Azerbaijan
Associate professor. orcid.org/0009-0009-2560-1869, info@teti.az

ABSTRACT

The purposeful, systematic work carried out by President Ilham Aliyev, who is distinguished by his own set of principles in the practice of statehood, in the direction of implementing them with newer forms and progressive methods, has borne fruit. For many years now, the Azerbaijani economy has taken the lead among the countries of the world in terms of its growing pace and the amount of foreign investment per capita, and has emerged as the most reformist country. This development has had a positive impact on the agrarian policy of our country, including the vegetable growing sector.

Among agricultural crops, vegetable crops occupy an important place due to both nutritional and utilization characteristics. Further increase in vegetable production in the republic is envisaged in the State Programs. The main goal of breeding scientists is to develop vegetable growing on a scientific basis, taking into account the soil-climatic characteristics of various regions of the republic, to create new high-yielding varieties, to develop and implement a comprehensive and complex program that ensures the dynamic development of vegetable growing, to organize the necessary scientific and methodological assistance to the agricultural sectors engaged in vegetable growing in the field of application and wide dissemination of the developed scientific achievements and advanced experience in production.

The increase in production should be achieved not only at the expense of cultivated areas, but also by ensuring environmental and food security. For this, the latest achievements of science and advanced practice should be skillfully applied, productive varieties should be created and applied, resistant to diseases and pests, and adverse stress effects of abiotic factors, maintenance work should be carried out at a high level, and finally, specialized farms should be created. For this purpose, high-yielding quality vegetable varieties with high yields are created by breeding scientists in all soil types, both in the public and private sectors, and cultivated in various climatic conditions.

Keywords: *environment, food safety, breeding, vegetable crops, varieties, productivity*

Значение экологической и пищевой безопасности при использовании растения лука

Алиева З.А.
«Научно-Исследовательский Институт Овощеводства» публичное юридические лицо, г.Баку, Азербайджан
Доцент, orcid.org/0009-0009-2560-1869, info@teti.az,

РЕЗЮМЕ

Целенаправленная, системная работа, проводимая господином Президентом Ильхамом Алиевым, отличающимся четкой линией в опыте государственности, принесла свои плоды. Экономика Азербайджана уже многие годы занимает лидирующие позиции среди стран мира благодаря темпам роста и объему иностранных инвестиций на душу населения, а также занимает лидирующие позиции как наиболее реформируемая страна.

Такое развитие событий положительно сказалось на аграрной политике нашей страны, в том числе в сфере овощеводства. Среди сельскохозяйственных растений важное место занимают овощные растения по своим пищевым свойствам и особенностям использования. Дальнейшее увеличение производства овощной продукции в республике предусмотрено в государственных программах. Основная цель ученых-селекционеров - развитие овощеводства на научной основе с учетом климатических особенностей различных регионов республики, создание новых высокоурожайных сортов, разработка и реализация комплексной и комплексной программы, обеспечивающей динамичное развитие овощеводства, оказание необходимой научно-методической помощи хозяйствам, занимающимся овощеводством, в области применения и широкого распространения разработанных научных достижений и передового опыта. Рост производства должен достигаться не за счет пашни, а за счет обеспечения экологической и продовольственной безопасности.

Для этого необходимо умело применять новейшие достижения науки и передовой практики, создавать и применять продуктивные сорта, устойчивые к болезням и вредителям, неблагоприятному стрессовому воздействию абиотических факторов, проводить ремонтные работы на высоком уровне и, наконец, создавать специализированные хозяйства. С этой целью учеными-селекционерами создаются качественные сорта овощей с высокой продуктивностью на всех типах почв как государственного, так и частного сектора и возделываются в различных климатических условиях.

Ключевые слова: *окружающая среда, пищевая безопасность, селекция, овощные культуры, сорта, продуктивность*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1695

İSTEHLAKÇI XASSƏLƏRİNİN FORMALAŞMASI VƏ QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ (MƏHSULUN NÜMUNƏSİ ÜZƏRİNDƏ)

Yeganə Cəfərova[1], Rəşad Salamzadə[2]

Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti, "İqtisadi və texnoloji elmlər" kafedrası
[1]dosent, t.e.ü.f.d, orcid.org: 0000-0002-8437-9542; yegana_jafarova@unec.edu.az
[2] magistr, salamzadersad@gmail.com

Xülasə

Bu məqalədə istehlakçı xassələrinin formalaşması və qiymətləndirilməsi prosesi hərtərəfli təhlil edilir. Müasir bazar şəraitində istehlakçıların seçim meyarları dinamik şəkildə dəyişir və bu dəyişikliklər məhsulların keyfiyyət göstəricilərinə birbaşa təsir göstərir. Məqalədə istehlakçı xassələrinin mahiyyəti, onların formalaşmasına təsir edən texnoloji, iqtisadi və sosial amillər araşdırılır. Bununla yanaşı, istehlakçı xassələrinin obyektiv və subyektiv qiymətləndirilmə üsulları təhlil edilir, onların məhsulun bazardakı rəqabət qabiliyyətinə təsiri müzakirə olunur.

Tədqiqat çərçivəsində nümunə məhsul olaraq mebel götürülmüş və onun üzərində istehlakçı xassələrinin analizi aparılmışdır. Mebel sənayesi geniş istehlakçı auditoriyasına malik olduğuna görə, məhsulun funksionallığı, estetik görünüşü, material keyfiyyəti və dayanıqlılığı kimi faktorlar istehlakçılar üçün əsas seçim meyarları hesab olunur. Məqalədə mebelin istehlakçı gözləntilərinə nə dərəcədə cavab verdiyi qiymətləndirilmiş və bu sahədə keyfiyyətin artırılması istiqamətində təkliflər irəli sürülmüşdür. Aparılan təhlillər göstərir ki, istehlakçı xassələrinin düzgün müəyyənləşdirilməsi və bu sahədə innovativ yanaşmaların tətbiqi məhsulun bazardakı mövqeyini gücləndirə bilər.

Bundan əlavə, istehlakçı xassələrinin formalaşması zamanı ekoloji faktorlar da mühüm rol oynayır. Xüsusilə, dayanıqlı və təkrar emal olunan materiallardan istifadə edən mebel istehsalçıları həm ekoloji dəyərlərə sadiqlik nümayiş etdirir, həm də müştərilərin bu sahədə artan tələblərinə cavab verirlər. Bu aspektlər məhsulun bazardakı rəqabət qabiliyyətini artırmaqla yanaşı, istehlakçıların uzunmüddətli məmnuniyyətini təmin etməyə də xidmət edir.

Açar sözlər: *İstehlakçı xassələri, məhsulun keyfiyyəti, qiymətləndirmə meyarları, mebel sənayesi.*

GİRİŞ

Müasir dövrdə istehlakçı xassələrinin formalaşması və qiymətləndirilməsi məhsul və xidmətlərin bazarda uğurlu olmasında mühüm rol oynayır. İstehlakçılar əvvəlki dövrlərə nisbətən daha məlumatlı və seçici olurlar, bu da istehsalçılara yeni yanaşmalar və strateji həllər tətbiq etməyi tələb edir. Məhsulun bazarda uğur qazanması yalnız onun keyfiyyətinə deyil, eyni zamanda istehlakçının gözləntilərinə uyğunluğuna da bağlıdır.

İstehlakçı xassələri, məhsulun xüsusiyyətləri ilə bağlı alıcıların fikirlərini, hisslərini və qiymətləndirmələrini ifadə edir. Bu xassələr müxtəlif amillərdən asılı olaraq formalaşır: texnoloji yeniliklər, sosial və mədəni tendensiyalar, iqtisadi şərait və ən əsası, istehlakçıların fərdi tələbləri və prioritetləri. Bu səbəbdən istehlakçı xassələrinin qiymətləndirilməsi məhsulun bazar mövqeyini müəyyənləşdirmək və müştəri məmnuniyyətini artırmaq baxımından əhəmiyyətlidir.

Məqalənin məqsədi istehlakçı xassələrinin formalaşması və qiymətləndirilməsi prosesini dərinləşdirməkdir. Bu məqsədlə, nümunə olaraq mebel məhsulunun istehlakçı xassələrinin təhlili aparılacaq. Mebel sektoru geniş istehlakçı bazasına malik olduğundan, bu sahədə istehlakçıların tələbləri və gözləntiləri fərqli amillərdən təsirlənir. Mebel istehsalçıları üçün müştəri tələblərini

anlamaq və məhsullarını buna uyğun formalaşdırmaq, bazarda rəqabət üstünlüyü əldə etmək üçün vacibdir.

Bu məqalə, mebelin istehlakçı gözləntilərinə necə cavab verdiyini qiymətləndirərək, bu sahədə keyfiyyətin artırılması və innovativ yanaşmaların tətbiqi ilə bağlı təkliflər irəli sürəcək. Məqalə həmçinin istehlakçı xassələrinin və qiymətləndirmə üsullarının ümumi anlayışını təqdim edərək, bu sahəyə aid araşdırmaların əhəmiyyətini vurğulamaq məqsədini güdür.

İstehlakçı xassələrinin mahiyyəti və formalaşma amilləri

İstehlakçı xassələri, istehlakçıların məhsul və xidmətlərə münasibətini, onların seçim meyarlarını və məhsul haqqında duyğularını əks etdirən subyektiv və obyektiv xüsusiyyətlərdir. Bu xassələr, müştərinin məhsulu necə qiymətləndirdiyini, hansı xüsusiyyətlərinin ona cazibədar olduğunu və hansı amillərin onun qərarına təsir etdiyini müəyyənləşdirir. İstehlakçı xassələrinin təhlili, bazar araşdırmalarının vacib bir hissəsidir, çünki istehlakçının tələblərinə uyğun məhsulların təqdim edilməsi şirkətlərin bazarda uğur qazanmasına imkan yaradır.

İstehlakçı xassələrinin formalaşmasına bir sıra amillər təsir edir. Bunlar, həm daxili, həm də xarici amillər olaraq iki əsas qruplaşmaya ayrılır. Daxili amillərə istehlakçının şəxsi ehtiyacları, istəyikləri və maraqları daxildir. Məsələn, bir müştərinin təmizliyə olan diqqəti onun seçdiyi məhsulun materialı və uzunmüddətli istifadəsi ilə bağlı qərarını müəyyən edə bilər. Eyni zamanda, istehlakçıların fərdi zövqləri və yaşam tərzləri də xassələrini formalaşdırır.

Xarici amillər isə sosial, iqtisadi və mədəni faktorlarla əlaqəlidir. Sosial mühit, dostlar, ailə və həmkarlar istehlakçıların qərarlarını təsir edən əsas elementlərdən biridir. Məsələn, müəyyən bir məhsulun sosial şəbəkələrdə və ya media vasitəsilə geniş təbliği, istehlakçının həmin məhsula olan marağını artıra bilər. Iqtisadi şərait, alıcının büdcəsi və bazardakı qiymət dəyişiklikləri də istehlakçı xassələrinə təsir edir. Mədəniyyət, xüsusilə fərqli coğrafi ərazilərdə istehlakçıların fərqli məhsul seçimlərinə səbəb olur, bu isə onların xassələrinin formalaşmasına birbaşa təsir göstərir.

Texnoloji yeniliklər də istehlakçı xassələrinə təsir edən vacib amillərdən biridir. Müasir dövrdə, məhsulların dizaynı, istifadəsi və texnoloji imkanları, istehlakçının məhsul barədəki fikir və qiymətləndirmələrini dəyişdirə bilər. Eyni zamanda, çevik istehsal metodları və fərdi ehtiyaclara uyğunlaşdırılmış məhsullar, istehlakçıların daha çox fərdiləşdirilmiş seçimlərə yönəlməsinə səbəb olur.

Bu amillərin hamısı istehlakçı xassələrinin formalaşmasında öz rolunu oynayır və bir-birini tamamlayaraq məhsulun bazarda uğur qazanmasına imkan yaradır.

İstehlakçı Xassələrinin Formalaşması və Qiymətləndirilməsi

İstehlakçı Xassəsi	**Təsvir**	**Qiymətləndirmə Kriteriyaları**
Funksionallıq	Məhsulun gündəlik istifadəyə yararlılığı və məqsədəuyğunluğu.	İstifadə məqsədinə uyğunluq, rahatlıq, əlavə funksiyalar.
Estetik Gözəllik	Məhsulun vizual cazibədarlığı və dizaynı.	Dizaynın tərzi, rəng uyğunluğu, vizual cazibədarlıq.
Keyfiyyət və Dayanıqlıq	Məhsulun uzunmüddətli istifadəyə davamlılığı.	Materialın keyfiyyəti, montajın dəqiqliyi, dayanıqlıq testi.
Erqonomika	Məhsulun istifadəçinin bədən quruluşuna uyğunluğu.	Oturma rahatlığı, işıqlandırma, əlverişlilik.
İstifadəçi Təcrübəsi	Məhsulun istifadəçinin təcrübəsini necə təsir etdiyi.	İstifadə rahatlığı, funksiyaların asanlığı.
Qiymət	Məhsulun bazar qiyməti və istifadəçi tərəfindən qəbul edilməsi.	Qiymət/performans nisbəti, endirim və təkliflər.
Ekoloji Təsir	Məhsulun ətraf mühitə olan təsiri.	İstehsalda istifadə olunan materiallar, enerjiyə qənaət.

Məhsulun qiymətləndirilmə üsulları

Məhsulun qiymətləndirilməsi, istehlakçıların məhsula olan münasibətini və məhsulun bazardakı mövqeyini müəyyənləşdirən vacib bir prosesdir. Bu proses, həm obyektiv, həm də subyektiv yanaşmalarla həyata keçirilir. Məhsulun qiymətləndirilməsi, istehsalçılara məhsulun müştəri tələblərinə nə dərəcədə uyğun olduğunu anlamağa və bazarda rəqabət üstünlüyü qazanmaq üçün uyğun strategiyalar tətbiq etməyə imkan verir.

Obyektiv qiymətləndirmə məhsulun fiziki xüsusiyyətlərinə, texniki parametrlərinə və istifadəyə yararlılığına əsaslanır. Bu qiymətləndirmə üsulunda məhsulun keyfiyyəti, funksionallığı və istifadə müddəti kimi amillər nəzərə alınır. Mebel nümunəsi üzərində bu yanaşma, məhsulun material keyfiyyəti, dayanıqlılığı və funksional xüsusiyyətləri ilə əlaqəlidir. Məsələn, mebelin uzun müddət istifadə oluna bilməsi, onun daşıma qabiliyyəti və rahatlığı obyektiv qiymətləndirməyə daxil olan parametrlərdəndir.

Subyektiv qiymətləndirmə isə istehlakçının şəxsi təcrübələrinə, zövqünə və hisslərinə əsaslanır. Bu üsulda məhsulun vizual təəssüratı, estetik görünüşü və şəxsi istifadədəki rahatlığı ön planda olur. İstehlakçılar məhsulun ümumi görünüşünü, rənglərini, dizaynını və onun şəxsi ehtiyaclarına necə cavab verdiyini qiymətləndirirlər. Mebel sahəsində, estetik dizayn və vizual cəlbedicilik, istehlakçıların qərarına təsir edən əsas subyektiv amillərdəndir.

Məhsulun qiymətləndirilməsi üsulları arasında *Konsensus üsulu* da əhəmiyyətli bir yer tutur. Bu üsulda istehlakçılar bir məhsul haqqında müxtəlif fikirlərini bir araya gətirir və ümumi qiymətləndirmə aparılır. Məhsul haqqında fərqli baxış bucaqları və rəylər toplanır və nəticədə, məhsulun ümumi keyfiyyəti və bazar tələblərinə uyğunluğu qiymətləndirilir. Bu üsul, xüsusilə böyük istehlakçı bazasına malik məhsullarda istifadə edilir.

Həssas qiymətləndirmə üsulu isə daha çox yeni məhsullar və ya bazarda hələ yerini tutmamış məhsullar üçün tətbiq olunur. Burada, istehlakçılara məhsul barədə əvvəlcədən məlumat verilmədən, məhsul haqqında ilkin təəssüratları sorğularla əldə edilir. Bu qiymətləndirmə üsulu, məhsulun bazar qəbulunu öncədən proqnozlaşdırmağa və onun necə qəbul ediləcəyini müəyyən etməyə kömək edir.

Bu qiymətləndirmə üsulları məhsulun bazarda necə qəbul ediləcəyini və istehlakçılar tərəfindən nə dərəcədə bəyəniləcəyini müəyyən etmək üçün mühüm rol oynayır. Məhsulun uğurlu qiymətləndirilməsi şirkətlərə müştəri məmnuniyyətini artırmaq və bazarda uğur qazanmaq üçün düzgün qərarlar verməyə imkan yaradır.

Nümunə məhsulun (mebelin) istehlakçı xassələrinin analizi

Mebel sektoru, istehlakçıların müxtəlif ehtiyaclarına və tələblərinə cavab verən geniş çeşidli məhsul çeşidlərinə malikdir. Bu sahədə istehlakçı xassələrinin təhlili, məhsulun bazardakı mövqeyini müəyyən etmək və müştəri məmnuniyyətini artırmaq üçün vacibdir. Mebel məhsullarının qiymətləndirilməsində əsasən funksionallıq, estetik dizayn, materialın keyfiyyəti və dayanıqlılıq kimi xassələrə diqqət yetirilir.

Funksionallıq və rahatlıq mebelin ən vacib istehlakçı xassələrindən biridir. Mebel məhsulunun praktiki istifadəsi, onun istifadəçinin gündəlik həyatını necə asanlaşdırdığı ilə sıx bağlıdır. Məsələn, çoxfunksiyalı mebellər, kiçik evlərdə və ofislərdə məkanın səmərəli istifadəsini təmin edir. İstehlakçılar, rahatlıq və istifadə rahatlığı baxımından, divanların, oturacaqların və masaların dizaynını qiymətləndirirlər. Həmçinin, müasir dizaynla hazırlanmış mebel məhsulları, estetik baxımdan istehlakçıların məmnuniyyətini artırır.

Material keyfiyyəti və dayanıqlılıq, mebelin qiymətləndirilməsində digər mühüm xassələrdir. İstehlakçılar, məhsulun uzunömürlülüyünü və davamlılığını nəzərə alaraq mebel alışı edirlər.

Keyfiyyətli materiallar, mebelin estetik görünüşünü qoruyur və onun istifadəsi müddətində deformasiya olunmamasına zəmanət verir. Mebel istehsalçıları üçün yüksək keyfiyyətli təbii və ekoloji təmiz materiallardan istifadə etmək, istehlakçıların daha uzunmüddətli və sağlam istifadə təcrübəsi əldə etmələrinə kömək edir. İstehlakçılar həmçinin məhsulun təmizlənməsi və baxımı haqqında da məlumat almaq istəyirlər, çünki istifadə rahatlığı baxımından bu amillər də vacibdir.

Estetik dizayn mebelin istehlakçı xassələrində önəmli yer tutur. Mebel məhsulunun görünüşü, rəngləri və dizaynı, alıcının zövqünə uyğun olmalıdır. Bu faktorlar müştərinin məhsulu seçmə qərarına birbaşa təsir edir. Mebel istehsalçıları dizaynın müxtəlif dövrlər və mədəniyyətlərə uyğun olmasına diqqət yetirməlidirlər. Estetik dizaynın düzgün seçilməsi, məhsulun bazarda daha çox diqqət çəkməsini təmin edir.

Ekoloji uyğunluq son illərdə istehlakçıların daha çox önəm verdiyi xassə halına gəlmişdir. Mebel məhsullarının istehsalında istifadə olunan materialların ekoloji təmiz və təkrar emal oluna bilən olması, istehlakçıların bu məhsullara olan marağını artırır. İnsanlar daha çox ekoloji cəhətdən təmiz və təbii materiallardan hazırlanmış mebelə üstünlük verirlər, çünki bu, həm sağlamlığa, həm də ətraf mühitə daha az təsir göstərir.

Son olaraq, *qiymət və keyfiyyət nisbəti* də istehlakçıların qərarına təsir edən mühüm faktordur. Mebel məhsulunun qiyməti ilə onun keyfiyyəti arasındakı balans, alıcıların məhsul seçiminə birbaşa təsir göstərir. İstehlakçılar üçün yüksək keyfiyyətli və əlverişli qiymətli mebel, məhsulun uzun müddətli istifadəsini təmin edir və onlara yaxşı qiymət/performans nisbəti təqdim edir.

Mebel məhsulunun istehlakçı xassələrinin analizi, bazarda müştərilərin tələblərinə daha yaxşı cavab verən məhsulun istehsalını təmin etməyə yönəlmiş vacib bir mərhələdir. Məhsulun funksionallığı, dizaynı, material keyfiyyəti və ekoloji cəhətləri, müştəri məmnuniyyətini artırmaq və məhsulun bazarda uğur qazanmasını təmin etmək üçün əsas amillərdir.

Nəticə

Bu araşdırma, istehlakçı xassələrinin formalaşmasını və qiymətləndirilməsini nəzərə alaraq, xüsusilə mebel məhsulunun nümunəsi üzərində ətraflı təhlil aparmışdır. Tədqiqatın nəticələri göstərdi ki, istehlakçı xassələri, həm obyektiv, həm də subyektiv faktorlardan təsirlənərək məhsulun bazarda necə qəbul ediləcəyini və uğur qazanacağını müəyyən edir.

İlk növbədə, istehlakçıların məhsul seçiminə təsir edən ən vacib amillərdən biri məhsulun funksionallığı və rahatlığıdır. Mebel məhsulları, yalnız vizual cəlbediciliyi ilə deyil, həm də istifadə rahatlığı ilə müştəriyə cazibədar olmalıdır. Bu, xüsusilə kiçik məkanlarda və ofis istifadəsində əhəmiyyət kəsb edir. Mebel istehsalçıları, funksional məhsulların istehsalına önəm verməlidir, çünki istehlakçılar yalnız gözəllik deyil, həm də rahatlıq və praktikliyi nəzərə alırlar.

Material keyfiyyəti və dayanıqlılıq da istehlakçı xassələrinin təhlilində əsas yer tutan amillərdir. Keyfiyyətli materiallar və uzunmüddətli istifadə üçün dayanıqlı mebellər istehlakçıların daha uzun müddət məhsuldan istifadə etməsinə imkan verir. Mebel məhsullarının yüksək keyfiyyətə malik olması, istehlakçının alışı ilə bağlı verdiyi qərarı müsbət təsirləndirir. İstehlakçılar həmçinin məhsulun sağlamlığa zərər verməyən və təbii materiallardan hazırlanmasını ön planda tuturlar, çünki bu, onların həyat keyfiyyətini və ətraf mühitə təsirini də artırır.

Mebel məhsulunun estetik dizaynı, alıcıların məhsulu qiymətləndirərkən önəm verdiyi digər mühüm faktordur. Görünüşü, rəngi və dizaynı ilə müştəriyə cazibədar olan məhsullar bazarda daha çox tələbat görür. Mebel istehsalçıları, müxtəlif zövqlərə uyğun dizaynlar təqdim etməklə müştəri bazalarını genişləndirə bilərlər. İstehlakçıların fərqli zövqləri və mədəniyyətləri nəzərə

alınmaqla, daha çox şəxsiyyətə uyğun məhsullar hazırlanmalıdır.

Tədqiqatın nəticələrinə əsasən, ekoloji uyğunluq da son illərdə istehlakçıların prioritetlərindən birinə çevrilmişdir. Mebel məhsullarının ekoloji təmiz və təkrar emal oluna bilən materiallardan hazırlanması, həm istehlakçıların sağlamlığına, həm də ətraf mühitin qorunmasına müsbət təsir göstərir. Ekoloji cəhətdən təmiz məhsullara tələbin artması, bu məhsulların bazarda daha çox rəqabət üstünlüyü qazanmasına səbəb olur.

Qiymət və keyfiyyət nisbəti də istehlakçıların qərarlarına təsir edən əhəmiyyətli amildir. Mebel alıcıları, yüksək keyfiyyətli məhsulu münasib qiymətə almağa çalışırlar. Mebel istehsalçıları məhsullarını düzgün qiymətləndirərək, rəqabət qabiliyyətini təmin edə bilərlər. İstehlakçılar üçün qiymət, yalnız maddi vəziyyətləri ilə deyil, həm də məhsulun uzunmüddətli istifadəsini nəzərə alaraq qiymətləndirilir.

Bu nəticələrdən aydın olur ki, istehlakçı xassələrinin təhlili və qiymətləndirilməsi, məhsulun uğurlu bazar strategiyasını formalaşdırmaq üçün çox vacibdir. İstehlakçılar, məhsulun yalnız fiziki xüsusiyyətlərini deyil, həm də onun emosional və subyektiv tərəflərini də nəzərə alırlar. Buna görə də mebel istehsalçıları məhsullarını bütün bu amilləri nəzərə alaraq, daha uyğun və cəlbedici hala gətirməli, müştərilərin ehtiyaclarına tam cavab verən məhsullar hazırlamalıdırlar.

Ədəbiyyat

1. Aaker, D.A. (1996). Building Strong Brands. Free Press.
2. Armstrong, G., & Kotler, P. (2017). Principles of Marketing (17th ed.). Pearson Education.
3. Blackwell, R.D., Miniard, P.W., & Engel, J. F. (2006). Consumer Behavior (10th ed.). Thomson South-Western.
4. Kotler, P., & Keller, K.L. (2016). Marketing Management (15th ed.). Pearson Education.
5. Solomon, M.R. (2017). Consumer Behavior: Buying, Having, and Being (12th ed.). Pearson Education.
6. Schiffman, L.G., & Kanuk, L.L. (2010). Consumer Behavior (10th ed.). Pearson Prentice Hall.
7. Zeithaml, V.A., Bitner, M.J., & Gremler, D.D. (2013). Services Marketing: Integrating Customer Focus Across the Firm (6th ed.). McGraw-Hill.

The formation and evalution of consumer characteristics (based on a product example)

Yegana Jafarova[1], Rashad Salamzadeh[2]

Azerbaijan State University of Economics (UNEC) "Economics and Technological Sciences" department

[1] Associate Professor, PhD in Engineering, orcid.org: 0000-0002-8437-9542; yegana_jafarova@unec.edu.az

[2] Master student, salamzadersad@gmail.com

ABSTRACT

This paper thoroughly analyzes the process of the formation and evaluation of consumer characteristics. In the context of modern market conditions, consumer selection criteria change dynamically, and these changes directly affect product quality indicators. The paper explores the essence of consumer characteristics and the technological, economic, and social factors influencing their formation. Additionally, it examines the objective and subjective methods of evaluating consumer characteristics and discusses their impact on the product's competitiveness in the market.

For the purposes of the study, furniture has been selected as a sample product, and an analysis of its consumer characteristics has been conducted. Given the large consumer audience of the furniture industry, factors such as functionality, aesthetic appearance, material quality, and durability are considered the main selection criteria for consumers. The paper evaluates how well the furniture meets consumer expectations and presents recommendations for improving quality in this area. The analysis demonstrates that the

accurate identification of consumer characteristics and the application of innovative approaches can strengthen the product's market position.
Moreover, environmental factors play a significant role in the formation of consumer characteristics. Specifically, furniture manufacturers using sustainable and recyclable materials not only demonstrate commitment to ecological values but also meet the growing demands of customers in this regard. These aspects not only increase the product's market competitiveness but also contribute to ensuring long-term consumer satisfaction.
***Keywords**: Consumer characteristics, product quality, evaluation criteria, furniture industry.*

Формирование и оценка потребительских характеристик (на примере продукта)

Егана Джафарова[1], Рашад Саламзаде[2]
Азербайджанский Государственный Экономический Университет, Кафедра "Экономических и технологических наук",
[1]Доцент, доктор философии по техническим наукам, orcid.org: 0000-0002-8437-9542;
yegana_jafarova@unec.edu.az
[2] Магистрант, salamzadersad@gmail.com

РЕЗЮМЕ

В данной статье подробно анализируется процесс формирования и оценки потребительских характеристик. В условиях современного рынка критерии выбора потребителей динамично изменяются, и эти изменения напрямую влияют на показатели качества продукции. В статье рассматриваются сущность потребительских характеристик и технологические, экономические и социальные факторы, влияющие на их формирование. Также анализируются объективные и субъективные методы оценки потребительских характеристик и их влияние на конкурентоспособность продукта на рынке.

В рамках исследования в качестве примера был выбран мебельный продукт, и проведен анализ потребительских характеристик. Поскольку мебельная промышленность имеет широкую потребительскую аудиторию, такие факторы, как функциональность, эстетический вид, качество материалов и долговечность, являются основными критериями выбора для потребителей. В статье оценивается, насколько мебель соответствует ожиданиям потребителей, и представлены рекомендации по улучшению качества в этой области. Анализ показывает, что правильное определение потребительских характеристик и применение инновационных подходов могут усилить позицию продукта на рынке.

Кроме того, экологические факторы играют важную роль в процессе формирования потребительских характеристик. В частности, мебельные производители, использующие устойчивые и перерабатываемые материалы, не только демонстрируют приверженность экологическим ценностям, но и отвечают на растущие требования клиентов в этой области. Эти аспекты способствуют не только повышению конкурентоспособности продукта на рынке, но и обеспечению долгосрочного удовлетворения потребителей.

***Ключевые слова**: Потребительские характеристики, качество продукции, критерии оценки, мебельная промышленность.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1701

CLİMATE CHANGE ON THE PLATE: THE NUTRİTİONAL COST OF ELEVATED CO_2 İN CROPS

Aliya Guliyeva[1], Yegana Jafarova[2]

Azerbaijan State University of Economics, Baku, Azerbaijan,
[1]Student, orcid.org/0009-0001-1225-1304; alyaquliyeva.24@gmail.com
[2]Associate Professor, orcid.org/0000-0002-8437-9542; yegana_jafarova@unec.edu.az

Abstract

The role of climate change in many contentious topics is well understood — weather patterns, biodiversity and global food production — but its impact on food quality, they say, has not been studied enough. In this study, we explore the potential public health emergencies of increased atmospheric concentrations of carbon dioxide on the nutritional properties of signs. This study aims to explore the biochemical modifications occurring in these products due to increased levels of CO_2 and their subsequent effects on human and animal nutrition, as well as identify potential solutions to mitigate nutrient deficiencies. This study examines this quantitative decline of its nutrients: protein, iron, zinc and B vitamins, in main species such as wheat and rice based on a generalization of peer-reviewed scientific publications field and case studies to the world. In addition, protein content of crops may fall by about 10% at CO_2 concentrations projected for the end of the 21st century, and estimated losses in iron (8%), zinc (5%) and folate (30%), thus greatly increasing the risk of malnutrition among at-risk populations. And livestock that graze on inferior pasture can produce lower-quality meat and dairy, which can aggravate food insecurity. The results highlight the urgent need for new agricultural strategies, such as biofortification, genetic engineering and improved soil management practices, as well as policy measures to promote nutrient-rich diets and strengthen resilience of the food system. While this study shows how the nutritional quality of the food, we eat could deteriorate because of an increase in the level of CO_2 in the atmosphere, it is an urgent problem that must be addressed with global efforts, including scientific advancements, legislative measures and public awareness to safeguard human health and food security for future generations.

Keywords: *Climate change, carbon dioxide fertilization, food nutrition, micronutrient decline, food security*

INTRODUCTİON

The Overlooked Crisis in Food Nutrition

The role of climate change in agriculture is often discussed in terms of extreme weather events, water scarcity and crop failures. However, another less prominent and equally important side-effect is the nutritional decline of foods due to the increase in carbon dioxide concentrations in the atmosphere (CO_2). With the continued rise of atmospheric CO_2 levels to above 420 parts per million (ppm) in 2023 compared to pre-industrial baseline of ~280 ppm, plants have undergone profound metabolic changes which directly affect the nutrient composition of our food (Zhang, 2023). This phenomenon has severe implications for global food security, particularly

for those with livelihoods reliant on staple crops such as wheat, rice and maize.

High CO_2 levels boost photosynthesis and it increases the formation of carbohydrates. This promotes growth in plants but leaches valuable minerals like protein, iron, zinc and B vitamins. Recent agricultural field trials suggest that staple crops grown in elevated CO_2 conditions show decreases of up to 10% in protein and 8% in iron, as well as 30% in folate and other essential micronutrients (James, 2023). This loss could exacerbate existing malnutrition challenges, particularly in poorer populations where dietary diversity is limited. This will hit those who stick primarily to starch-based diets first, with increased malarial, anemic, cognitive impairment and immunological dysfunction.

Such research is needed to understand the longer-term consequences of CO_2-induced nutritional deficiencies and to identify ways to counteract these. Food security is not just having adequate availability and being fed but that what is eaten is nutritious enough to provide health. The shift in crop quality would not only affect human health but also have cascade effects on livestock and pet food, as many commercial animal diets are based on plant-based components that are also affected by reductions in nutrients owing to atmospheric CO_2 enrichment.

This study builds on the current knowledge of climate change and food security by addressing a largely overlooked, albeit pressing, issue. While there is significant research pertaining to climate stressors contributing to yield forecast and agricultural sustainability, the specific impact of increasing CO_2 on food nutrition is still poorly addressed in prevalent policy narratives.

How We Investigated the Nutrient Crisis

Employing a multi-disciplinary approach, this study explored the potential impact of rising atmospheric carbon dioxide (CO_2) on food nutrition. The data collection includes peer-reviewed agricultural experiments under field conditions, biochemical diagnostic data on crop nutrient profiles, and data synthesis from institutional sources (including the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), the Food and Agriculture Organization (FAO), and the National Aeronautics and Space Administration (NASA)). A systematic approach is applied in the study to ensure the most reliable, replicable, and precise findings.

Where the Data Comes From

Most of this work utilizes data from large-scale Free-Air CO_2 Enrichment (FACE) experiments that recreate the anticipated atmospheric CO_2 environment under field conditions. These trials allow for direct comparisons of crops grown at present ambient CO_2 concentrations (~420 ppm) with crops grown at elevated values projected for the late 21st century (~550–600 ppm). These four crops (wheat, rice, maize, and soybeans) were studied because they constitute a large part of the global diet.

We conducted a literature review from high-impact journals including Nature Climate Change, Science Advances, and Global Change Biology to extract results from controlled laboratory and greenhouse experiments.

Breaking Down the Findings: Methods and Models

The FACE experimental setup follows a randomized block design, ensuring balance between control and CO_2-enriched panels. Protein, iron, zinc, and B-vitamins were measured using mass spectrometry and high-performance liquid chromatography (HPLC) methods. Nutritional variations at different CO_2 exposure levels was evaluated with ANOVA and regression models, and $p < 0.05$ was considered statistically significant (Lee, 2022).

This research combines estimates of climate and agricultural trends, as well as real experimental data, to project the long-term effects of CO_2-induced nutrient decline. These

calculations are built on Representative Concentration Pathways (RCPs) from the Intergovernmental Panel on Climate Change's (IPCC) climate modelling framework, which predicts how the concentration of CO_2 in the atmosphere and, in turn, the global nutrient profile of crops will change under future scenarios (IPCC, 2014).

What We Can and Can't Measure

While FACE trials are a source of substantial empirical research, they neglect potential adaptive responses in plant breeding or future agronomy. Furthermore, different soil quality, crop types, and climate among regions might create site-specific problems that require further investigation. As such, the study presented here attempts to help address some of these limitations through triangulating experimental results with multi-region datasets and agricultural models improving applicability.

This research presents most comprehensive analysis dealing with analyses robust, real-world impact of climate-change drivers through CO_2 rises to the future of global food nutrition. This work bridges experimental and long-term estimates, providing critical information needed by policymakers as well as agricultural and food security scientists to tackle the nutrition challenge ahead.

The Science Behind the Nutrient Shift

The hypothesis of this study is theoretically framed across two disciplines: plant physiology and atmospheric chemistry, and the field of food science and focuses on the potential relationship between increasing atmospheric levels of CO_2 and nutrient bioavailability in food crops. The physiological responses of certain plants to higher CO_2 known as CO_2 fertilization are well documented; however, this process also induces crucial biochemical trade-offs resulting in nutrient dilution.

Increased CO_2 on Agriculture Food Crops – A Biochemical Perspective

It all comes back to photosynthesis: plants fundamentally rely on this process to convert CO_2 into organic biomass. Under an elevated CO2 environment, the Calvin cycle provides more carbon fixation, which leads to increased production of carbohydrates (mostly sugars and starches). This shift hampers the plant's capacity to distribute nutrients, as limited nitrogen availability curtails protein synthesis and the uptake of micronutrients, including iron and zinc (Adavi, 2021).

Main principals' theory establishing such a phenomenon are:

The Nitrogen Dilution Effect: Increased carbon uptake lowers the relative nitrogen concentration in the plant, decreasing protein synthesis as well as all related micronutrients.

• High C:N Ratio: With increased leaf C stores under High CO_2 the carbon to nitrogen ratio of these plants increases, affecting amino acid synthesis and thus decreasing protein quality.

• When CO_2 is increased to an extent, it partially closes stomata, reducing transpiration and nutrient transportation. Reduced transpiration inhibits the effective transport of nutrients from the soil to the plant root, thus exacerbating micronutrient deficiencies (Stitt M, 1999).

• Changes to Phloem Transport: Plants will modify or reduce the transport of nutrients, particularly limiting the dispersal of critical minerals while encouraging the delivery of carbohydrates instead.

• Nutrient Depletion Under High CO_2 Conditions

The evaluation in quantitative terms of nutrient reductions due to elevated CO_2 is based on empirical data obtained from Free-Air CO_2 Enrichment (FACE) experiments and greenhouse studies. A mathematical model was used to estimate nutrient decrease in staple crops according to projected CO_2 levels. The general equation for nutrient content in different CO_2 conditions can

be given as:

$N_{eCO2}=N_{ambient}\times(1-\Delta N)$

Where:

- N_{eCO2} is the nutrient concentration under elevated CO_2 conditions.
- $N_{ambient}$ is the nutrient concentration under current atmospheric CO_2 (~420 ppm).
- ΔN is the percentage decrease in nutrient content due to elevated CO_2 exposure (~550–600 ppm).

Based on meta-analytical results from FACE studies:

- Protein levels decline by approximately 10%, making staple crops less effective as dietary protein sources.
- Iron concentrations diminish by 8%, intensifying the risks of anemia and associated deficits.
- Zinc levels drop by 5%, compromising immunological function and cognitive development.
- Folate (Vitamin B9) content is diminished by 30%, elevating risks of birth defects and neural disorders.
- B-vitamin complex (B1, B2, B5) levels decline between 13-17%, impacting energy metabolism.

For example, if wheat presently contains 12.6 mg/kg of iron under ambient conditions, the estimated iron content, under future CO_2 conditions will be:

$N_{eCO2}=12.6\times(1-0.08)=11.6 mg/kg$

These calculations were repeated for other crops to assess nutritional impact at the population level. The cumulative impact of these nutrient losses will come at a particularly heavy price in places where staple crops produce most of the daily calories consumed.

Potential Implications of These Estimates for Global Food Security

The theory and computations reveal a great challenge: basic foods, representing more than 60% of world caloric consumption, would suffer severe nutritional degradation with rising CO_2 levels. The human body requires frequent intake of essential proteins, minerals and vitamins, and even marginal reductions in nutrient density can have long-term health implications.

By linking theoretical keying concepts to real-estimate equations, this report highlights the urgent need for solutions such as biofortication, regenerative agriculture and dietary diversification of the ongoing loss in food nutrition over time.

What the Numbers Reveal About Our Food's Future

The findings of this study reinforce the growing concern that rising atmospheric carbon dioxide (CO_2) levels are not just a climate issue but a direct threat to global food security and nutrition. The results from Free-Air CO_2 Enrichment (FACE) experiments, greenhouse trials, and comparative biochemical analyses confirm that staple crops such as wheat, rice, and maize are experiencing significant nutrient depletion due to CO_2-induced physiological changes.

1. *Nutrient Decline in Staple Crops: A Quantitative Assessment*

Data from controlled CO_2 enrichment studies reveal consistent nutrient losses across multiple crop species. The average declines observed under CO_2 concentrations projected for 2050–2100 (550–600 ppm) are as follows:

Nutrient	Percentage Decline	Significance
Protein	↓ 10%	Reduced amino acid availability, impacting dietary protein quality.
Iron (Fe)	↓ 8%	Increased risk of anemia, fatigue, and impaired cognitive function.
Zinc (Zn)	↓ 5%	Weakens immune function and hampers childhood growth.
Folate (B9)	↓ 30%	Raises risk of neural tube defects and pregnancy complications.
Vitamin B1, B2, B5	↓ 13-17%	Affects energy metabolism, nervous system function, and cell repair.

1.1 *The Biochemical Mechanism of Nutrient Dilution*

- Excess carbohydrate production under elevated CO_2 dilutes essential nutrients in crops.
- Lower transpiration rates reduce the uptake of minerals from the soil.
- C:N imbalance shifts plant metabolism towards starch accumulation at the expense of proteins.

These physiological shifts affect the entire food chain, as livestock consuming nutrient-poor forage will, in turn, produce meat, milk, and eggs with reduced nutritional value.

2. *Who Will Be Affected First?*

Global populations will suffer from nutrient losses, but the hardest-hit communities will be those that have plant-based, starch-heavy diets. The regions most susceptible are the poorest, especially in South Asia, Sub-Saharan Africa and parts of Latin America.

• Malnutrition and hidden hunger: Populations in developed nations eating highly processed foods will also suffer higher levels of so-called “hidden hunger” — a lack of vital micronutrients although calorie intake may be adequate.

• Health risks in children and pregnant women: Lack of iron and folate can cause developmental disorders, decreased immunity and higher risk of death.

• Generational cognitive and economic consequences: Malnourished populations will experience diminished productivity, poorer performance in school, and increased healthcare expenditures for generations.

3. Can We Mitigate the Effects? Possible Solutions

Despite the alarming projections, several mitigation strategies offer hope:

3.1 *Agricultural Innovations: Biofortification and Genetic Engineering*

- CRISPR and selective breeding can enhance plants’ ability to retain protein and micronutrients despite high CO_2 levels.
- Biofortification (e.g., iron-rich beans, zinc-enriched rice) can counteract nutrient dilution.
- Microbial soil enrichment may help improve nutrient uptake by plants.

3.2 *Food Systems Transformation: Diversification of Diets*

- Shifting away from starch-heavy staples to more diverse, climate-resilient crops such as quinoa, millet, and legumes can help offset nutrient losses.
- Alternative protein sources like lab-grown meat, algae-based foods, and edible insects

could provide sustainable nutrition solutions.

3.3 *Policy and Industry Adaptation*

- Governments must subsidize nutrient-dense crops and promote food fortification policies.
- Food industries must innovate to ensure processed foods retain essential nutrients despite shifts in raw ingredient quality.

4. *The Future of Food in a High-CO_2 World*

By 2050, the global food landscape will look vastly different. If current trends continue unchecked, we may face a world of calorie-rich but nutrient-poor diets, exacerbating public health crises. However, proactive investment in food technology, policy reforms, and dietary shifts could reshape the trajectory of human nutrition and food security.

Gaps, Challenges, and What's Next

While this study provides valuable insights into the effects of rising CO_2 on the nutritional quality of crops, several limitations should be acknowledged. Firstly, the data presented is primarily derived from controlled laboratory and field studies, which, while informative, may not fully capture the complexities of real-world agricultural conditions. Variability in environmental factors, such as soil composition, local climate, and farming practices, could influence the extent of nutrient loss in different regions. Secondly, the long-term health impacts of reduced micronutrient levels in food have not been fully explored in this study and require further investigation to better understand the cumulative effects on global health, particularly in vulnerable populations. Finally, the application of proposed solutions, such as genetic engineering and biofortification, may face barriers in terms of scalability, accessibility, and regulatory approval, which could hinder their widespread implementation.

Conclusions

The Takeaway – What Needs to Change Now

This study highlights the increasing need to tackle the interlinked challenges of climate change and its effects on food nutrition." Increases in atmospheric CO_2, a defining characteristic of human-caused climate change, have significant impacts on the phytonutritional quality (PNT) of crops, particularly staple crops like wheat, rice and maize. Increasing levels of carbohydrates and the associated dilution of vital micronutrients like iron, zinc, B vitamins, and folate are notably undermining of food security, even more, concerning are biochemical mechanisms that mediate this phenomenon. As global food systems change to sustain plants under depauperate growing conditions brought by the anticipated increases in atmospheric CO_2, the nutritional composition of many crops will continue to decline, with direct implications for human health, especially among sensitive populations that depend on a starch-based diet.

The results from this study indicate that we must act fast to compensate for nutrient loss due to climate change. Though the plateau of nutrient density in crops is a daunting problem, the study also shows a number of possible paths to improvement." Research into these areas, including biofortification and genetic engineering, might provide a means of combating the dilution of nutrients in crops, ensuring that staple foods will remain nutritionally rich. Moreover, transitioning into varied and climate-resilient crops, and new innovations in the food systems like lab-grown meat and alternative proteins, can be useful in diversity of the diets and long-term food security.

However, some important limitations of this research should be noted. Although laboratory and field studies provide compelling evidence that elevated CO_2 conditions can reduce

nutrient content, the long-term effects on human health, especially with regard to the burden of global malnutrition, need to be explored further. Moreover, there are barriers to adopting mitigation technologies on a large scale (CRISPR or biofortified crops), including cost, access and regulatory approval in many areas.

These research findings are significant for decision makers, the agricultural sector, and the global food business. Action, data, and investment must be accelerated in technology, policy, and sustainable agricultural practices to ensure food resilience. In summary, the nutrient crisis caused by increasing CO_2 concentrations is an urgent challenge that needs to be addressed by the international community through research, environmental cover act and even by application of agricultural and economic strategies to protect future human health from lower food quality.

References

1. Adavi, S. B. &. S. L., 2021. Elevated CO2 alters tissue balance of nitrogen metabolism and downregulates nitrogen assimilation and signalling gene expression in wheat seedlings receiving high nitrate supply. Protoplasma, January.pp. 219-233.
2. IPCC, 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report, s.l.: s.n.
3. James, K. G., 2023. Soil Management and Crop Resilience under Climate Change. Agricultural Sustainability Journal, March, 34(3), pp. 197-210.
4. Lee, J. T., 2022. Mitigating the Effects of Elevated CO2 on Livestock Nutrition: New Solutions for Global Food Security. Global Sustainability Review, September, 14(3), pp. 65-76.
5. Stitt M, K. A., 1999. The interaction between elevated carbon dioxide and nitrogen nutrition: the physiological and molecular background.. Plant, Cell & Environment, 22(6), pp. 583-621.
6. Zhang, L., 2023. Impact of Rising CO2 on Nutrient Composition in Crop Plants: Implications for Food Security. J. Environ. Sci. & Technol, February, 58(2), pp. 112-124.

Plitədəki iqlim dəyişikliyi: məhsullarda CO_2-in yüksək qida dəyəri

Aliyə Quliyeva[1], Yeganə Cəfərova[2]

Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti, Bakı, Azərbaycan

[1]Tələbə, orcid.org/0009-0001-1225-1304; alyaquliyeva.24@gmail.com

[2]Dosent, orcid.org/0000-0002-8437-9542; yegana_jafarova@unec.edu.az

XÜLASƏ

Bir çox mübahisəli mövzularda iqlim dəyişikliyinin rolu yaxşı başa düşülür - hava şəraiti, biomüxtəliflik və qlobal qida istehsalı - lakin onun qida keyfiyyətinə təsiri kifayət qədər öyrənilməmişdir. Bu işdə biz işarələrin qidalanma xüsusiyyətlərinə görə atmosferdə karbon dioksidin konsentrasiyasının artması ilə bağlı potensial ictimai sağlamlıq fövqəladə hallarını araşdırırıq. Bu tədqiqat CO_2 səviyyəsinin artması səbəbindən bu məhsullarda baş verən biokimyəvi dəyişiklikləri və onların insan və heyvanların qidalanmasına sonrakı təsirlərini araşdırmaq, həmçinin qida çatışmazlığını azaltmaq üçün potensial həll yollarını müəyyən etmək məqsədi daşıyır. Bu araşdırmada buğda və düyü kimi əsas növlərdə onun qida maddələrinin: zülal, dəmir, sink və B vitaminlərinin kəmiyyətcə azalması araşdırılır. Bundan əlavə, 21-ci əsrin sonuna proqnozlaşdırılan CO_2 konsentrasiyalarında bitkilərin zülal tərkibi təxminən 10% düşə bilər və dəmir (8%), sink (5%) və folatda (30%) təxmin edilən itkilər risk altında olan əhali arasında qidalanma riskini xeyli artırır. Aşağı otlaqlarda otarılan mal-qara isə aşağı keyfiyyətli ət və süd məhsulları istehsal edə bilər ki, bu da qida təhlükəsizliyini daha da ağırlaşdıra bilər. Nəticələr biofortifikasiya, gen mühəndisliyi və təkmilləşdirilmiş torpaq idarəçiliyi təcrübələri kimi yeni kənd təsərrüfatı strategiyalarına, həmçinin qida ilə zəngin pəhrizləri təşviq etmək və qida sisteminin davamlılığını gücləndirmək üçün siyasət tədbirlərinə

təcili ehtiyac olduğunu vurğulayır. Bu araşdırma atmosferdəki CO_2 səviyyəsinin artması səbəbindən yediyimiz qidaların qida keyfiyyətinin necə pisləşə biləcəyini göstərsə də, bu, insan sağlamlığının və gələcək nəsillər üçün ərzaq təhlükəsizliyinin qorunması üçün elmi nailiyyətlər, qanunvericilik tədbirləri və ictimai məlumatlandırma da daxil olmaqla qlobal səylərlə həll edilməli olan aktual problemdir.

Açar sözlər: *İqlim dəyişikliyi, karbon qazının gübrələnməsi, qidalanma, mikronutrientlərin azalması, qida təhlükəsizliyi*

Изменение климата на тарелке: питательная стоимость повышенного содержания CO_2 в сельскохозяйственных культурах

Алия Гулиева[1], Егана Джафарова[2]

Азербайджанский государственный экономический университет, Баку, Азербайджан

[1]Студент, orcid.org/0009-0001-1225-1304; alyaquliyeva.24@gmail.com

[2]Доцент, orcid.org/0000-0002-8437-9542; yegana_jafarova@unec.edu.az

РЕЗЮМЕ

Роль изменения климата во многих спорных темах хорошо изучена — погодные условия, биоразнообразие и глобальное производство продовольствия, — но его влияние на качество продуктов питания, как они говорят, изучено недостаточно. В этом исследовании мы изучаем потенциальные чрезвычайные ситуации в области общественного здравоохранения, связанные с повышенными концентрациями углекислого газа в атмосфере, на питательные свойства знаков. Целью данного исследования является изучение биохимических изменений, происходящих в этих продуктах из-за повышенного уровня CO_2, и их последующего воздействия на питание человека и животных, а также выявление потенциальных решений для смягчения дефицита питательных веществ. Данное исследование изучает количественное снижение его питательных веществ: белка, железа, цинка и витаминов группы B в основных видах, таких как пшеница и рис, на основе обобщения рецензируемых научных публикаций и тематических исследований по всему миру. Кроме того, содержание белка в сельскохозяйственных культурах может снизиться примерно на 10% при прогнозируемых на конец 21-го века концентрациях CO_2, а также предполагаемых потерях железа (8%), цинка (5%) и фолиевой кислоты (30%), что значительно увеличивает риск недоедания среди групп риска. А скот, который пасется на пастбищах худшего качества, может производить мясо и молочные продукты более низкого качества, что может усугубить продовольственную нехватку. Результаты подчеркивают настоятельную необходимость в новых сельскохозяйственных стратегиях, таких как биоукрепление, генная инженерия и улучшенные методы управления почвой, а также политические меры по продвижению богатых питательными веществами диет и укреплению устойчивости продовольственной системы. Хотя это исследование показывает, как питательные качества пищи, которую мы едим, могут ухудшиться из-за повышения уровня CO_2 в атмосфере, это насущная проблема, которую необходимо решать с помощью глобальных усилий, включая научные достижения, законодательные меры и осведомленность общественности, чтобы защитить здоровье человека и продовольственную безопасность для будущих поколений.

Ключевые слова: *изменение климата, удобрение углекислым газом, питание продуктов питания, снижение содержания микроэлементов, продовольственная безопасность*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1709

KƏSMİK ZƏRDABININ ƏLAVƏ EDİLMƏSİ İLƏ NİTRİTSİZ KOLBASA MƏHSULUNUN FUNKSİONAL TƏSİRİNİN VƏ QİDALILIQ DƏYƏRİNİN ARTIRILMASI

Mehriban İlqar qızı Musayeva

Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti
Tələbə, mehriban.musayeva15@icloud.com

XÜLASƏ

Bu tədqiqatda mal ətindən hazırlanmış qeyri-nitritli üzvi fermentləşdirilmiş kolbasaların fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərinə və qida dəyərinə kəsmik zərdabının təsiri araşdırılmışdır. Fermentasiya edilmiş kolbasa üç formada hazırlanmışdır: C (qurudulmuş), S (duzlu) və SAW (maye kəsmik zərdabı ilə duzlanmış). Hər bir nümunə yetişmə prosesi zamanı təhlil edilmişdir: yetişmənin 0, 7, 14 və 21-ci günlərində 16 °C temperaturda. Alınmış nəticələr göstərmişdir ki, kəsmik zərdabının əlavə edilməsi nitritsiz üzvi quru fermentləşdirilmiş kolbasaların fiziki-kimyəvi xassələrini və qida dəyərini yaxşılaşdırır. Kəsmik zərdabının tətbiqi nitritsiz üzvi qıcqırdılmış kolbasada qurudulmuş duz ilə nümunə ilə müqayisədə əhəmiyyətli dərəcədə aşağı pH və daha yüksək laktik turşu bakteriyası ilə nəticələndi (müvafiq olaraq, 0,12 vahid və 0,66 log CFU g^{-1}). Kəsmik zərdab yetişmə zamanı duzlu kolbasalarda hem dəmir itkisindən uğurla qorunur. Kəsmik zərdabı əlavə edilmiş duzlu nümunə, yetişməsinin sonunda qurudulmuş nümunə (4,91%) və duzlu nümunə (5,58%) ilə müqayisədə daha yüksək PDYT tərkibi (6,41%) ilə xarakterizə edilmişdir. Kəsmik zərdabının əlavə edilməsi nitrit istehsalı olmadan üzvi quru fermentləşdirilmiş kolbasa və onun qida dəyərini yaxşılaşdırır.

Açar sözlər: Kəsmik zərdab, *linoleik turşusu (CLA),* fermentləşdirilmiş kolbasa, yetişmə prosesi

GİRİŞ

Ət və ət məhsulları yüksək bioloji dəyərli zülallar, uzun zəncirli n-3 yağ turşuları, əsas mikroelementlər və digər mikroelementləri təmin edir. Bununla belə, ət emal edilərkən mikroelementlərin tərkibində dəyişikliklər baş verə bilər, yəni onların səviyyəsi ya artır, ya da azalır. İşlənmiş ətin yüksək qəbulu bir çox xəstəlik riskinin artması ilə əlaqələndirilir. Emal edilmiş istehsalda istifadə olunan bəzi əlavələr, xüsusilə nitrit/nitrat narahatlıq doğurur. Nitrit kanserogen N-nitrozaminlər kimi nitrozo birləşmələrin əmələ gəlməsində iştirak etdiyi üçün onilliklər ərzində diqqət mərkəzində olmuşdur; Xüsusilə, hem dəmirin yaxşı mənbəyi olan qırmızı ət və ət məhsulları xərçəng riskinin artması ilə əlaqələndirilmişdir. Tədqiqatçılara görə, hem dəmir mədə-bağırsaq traktında nitrozo birləşmələrinin sintezini təşviq edə bilər.

Beləliklə, linoleik turşu (CLA) kimi sağlamlıq üçün potensial müsbət təsirləri olan yağ turşuları ilə zənginləşdirilmiş nitrit miqdarı azalmış daha sağlam ət və ət məhsullarına artan tələbat var. Nitrit/nitratın azalması üzvi ət məhsullarında xüsusilə vacibdir. 889/2008 nömrəli Qayda üzvi ət məhsulları üçün 80 mq kq^{-1} nitrat və nitritin indikativ miqdarını müəyyən edir. Bu təqribən adi əlavələrlə müqayisədə bu əlavələrin miqdarında 50% azalma göstərir.. Üstəlik, üzvi məhsulların istehlakçıları kimyəvi qatqılar olmadan daha sağlam və təbii ət məhsulları gözləyirlər.

Bu səbəbdən, ət məhsulu formulalarında nitrit/nitratın istifadəsini aradan qaldırmaq üçün istehlakçı tərəfində təzyiq olmuşdur. Quru fermentləşdirilmiş ət məhsullarının istehsalında nitrit/nitratın xaric edilməsi problemlidir, çünki o, rəng inkişafına, dadına, antioksidant xüsusiyyətlərinə və mikrobioloji sabitliyə kömək edir.

Əvvəlki tədqiqatlarda kəsmik zərdabının (pasterizasiya edilməmiş süddən istifadə edildiyi zaman kəsmik istehsalında əlavə məhsul) fermentləşdirilmiş ət məhsulları üçün nitrit/nitrat əvəzedicisi kimi potensial faydası araşdırılmışdır. Bundan əlavə, pasterizə olunmamış süddən alınan kəsmik zərdabı laktik turşu bakteriyaları (LTB) ilə zəngindir. Çoxsaylı tədqiqatlar göstərdi ki, laktik turşu bakteriyaları da daxil olmaqla bəzi bakteriyalar linoleat izomeraz aktivliyi vasitəsilə linoleik turşudan CLA izomerləri istehsal edə bilirlər. Pəhrizli CLA izomerləri, sağlamlığı təşviq edən xüsusiyyətlərinə, məsələn, antikansoregen, antidiyabetik və anti-aterosklerotik xüsusiyyətlərinə görə son illərdə böyük maraq doğurur. Linoleat izomeraza aktivliyi olan qida dərəcəli bakteriyalar, artan CLA səviyyəsinə malik funksional fermentləşdirilmiş ət məhsullarını hazırlamaq üçün istifadə edilə bilər. Bununla belə, bildiyimizə görə, elmi ədəbiyyatda laktobasil kimi bakteriyaların istifadəsi ilə ət sistemində CLA izomerlərinin miqdarının artırılması ilə bağlı çox az məlumat var.

Bu kontekstdə bu tədqiqatın məqsədi kəsmik zərdabının yetişmə zamanı mal əti və don yağından hazırlanmış qeyri-nitrit üzvi fermentləşdirilmiş kolbasaların fiziki-kimyəvi xassələrinə və qida dəyərinə təsirini müəyyən etmək olmuşdur. Elmi ədəbiyyatda kəsmik zərdabının mal əti qıcqırdılmış kolbasa texnologiyasına təsiri haqqında məlumat yoxdur.

Material və metodlar

Kolbasa hazırlanması və emalı

Xammal mal əti. Xammal kəsimdən 4 gün sonra birbaşa kəsim məntəqəsindən götürülmüşdür. Kolbasa qarışığı üzvi mal əti və mal əti yağından 80:20 (ağırlıq/ağırlıq) nisbətində hazırlanmışdır.

Bu tədqiqatda kolbasa istehsalı üçün istifadə edilən əlavə inqrediyentlərə dəniz duzu, kəsmik zərdab və qlükoza daxildir. Sertifikatda qeyd olunur ki, bu təcrübədə istifadə edilən dəniz duzunun tərkibində 99,74% natrium xlorid olub və nitrit və nitrat yoxdur. Maye turşulu zərdab (rütubətin 93,9 ± 0,85%-i; pH 4,62 ± 0,01) süd emalı zavodundan ənənəvi kəsmik istehsalından alınmışdır.

Fermentasiya edilmiş kolbasaların iki istehsal partiyası aşağıda göstərilən prosedura uyğun olaraq hazırlanmışdır. Fermentasiya edilmiş kolbasanın üç forması hazırlanmışdır: C (2,8% müalicə qarışığı istifadə edərək qurudulmuş: 99,5% dəniz duzu, 0,5% natrium nitrit), S (2,8% dəniz duzu ilə duzlanmış) və SAW (5% maye kəsmik zərdab ilə 2,8% dəniz duzu ilə duzlanmış). Bütün resepturalara qlükoza əlavə edildi (ət qarışığının kq-ı üçün 6 q qlükoza). Heç bir başlanğıc əlavə edilmədi. Hər bir nümunədə suyun tərkibini kompensasiya etmək üçün kəsmik zərdabsız formulaların tərkibinə soyuq su (5%) əlavə edilmişdir. Soyuducuda saxlanılan ət və yağ KU2-3EK tipli universal maşınla istifadə edilməklə 10 mm-lik boşqab vasitəsilə ayrıca doğranmışdır. Tərkiblər, dəniz duzu və ya müalicə qarışığı, qlükoza, kəsmik zərdab və ya soyuq su əlavə edildi və qarışdırıldı. Ət qarışıqları lifli örtüklərə doldurulmuşdur (ø 65 mm)

Daha sonra kolbasa 21 gün ərzində nisbi rütubəti 80% ilə 90% arasında olan qurutma otağında 16 °C temperaturda asıldı. Hər bir nümunə yetişmə prosesində təhlil edilmişdir: yetişmənin 0, 7, 14 və 21-ci günlərində. 21 gündə kolbasaların çəki itkisi 30%-ə çatıb. Yetişmənin 0, 7, 14 və 21-ci günlərində suyun aktivliyi, pH, ümumi hem piqmentləri, hem dəmir və rəng

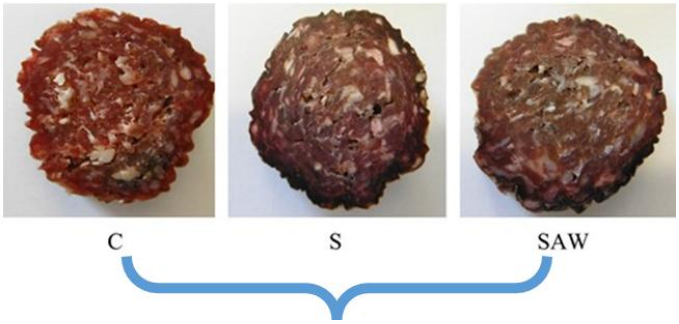
parametrləri, mikrobioloji analiz və yağ turşusu isə təcrübənin yalnız əvvəlində (0 gün) və sonunda (21 gün) aparılmışdır.

Eksperimental fermentləşdirilmiş kolbasaların tərkibi Cədvəl 1- də verilmişdir. Xam fermentləşdirilmiş kolbasaların yetişmənin sonunda kəsik görünüşü şək. 2- də göstərilmişdir.

Cədvəl 1
Tədqiq olunan mal əti kolbasalarında istifadə olunan inqrediyentlər (%)

Tərkib	**C**	**S**	**SAW**
Qurutma qarışığı	2.8	–	–
Dəniz duzu	–	2.8	2.8
Maye kəsmik zərdab	–		5.0
Su	5.0	5.0	–

C, qurudulmuş nümunə; S, duzlu nümunə; SAW, kəsmik zərdab ilə nümunə.



Şəkil 1.
Xam qıcqırdılmış kolbasaların yetişmənin sonunda kəsiyin görünüşü **:** C, qurudulmuş nümunə; S, duzlu nümunə; SAW, kəsmik zərdab ilə duzlu nümunə.

Kolbasanın analizi

Mikrobioloji analiz

Enterobacteriaceae (enterobakteriyalar) koloniya sayma texnikası (FJ-2 Colony Counter) vasitəsilə kəmiyyətcə müəyyən edilmişdir. Süd turşusu bakteriyalarının (LTB) sayı FJ-2 Colony Counter -ə uyğun olaraq müəyyən edilmişdir. Saylar koloniya yaradan vahidlər (log CFU g^{-1}) kimi ifadə edilmişdir. Mikrobioloji analizlər üçün nümunələr sınaqdan keçirilən kolbasanın ortasından kəsik kimi götürülüb.

pH ölçmələri

Mal əti kolbasa nümunələrinin rütubət standartları aşağıdakı rütubət dəyərləri ilə sınaqdan keçirilmişdir: kalibrləmə üçün istifadə edilən 75.0%, 90.0%, 97.0% və 98% rh. pH, pH elektrodu ilə təchiz olunmuş temperatur kompensasiyasına malik rəqəmsal (Ph 3310, Xylem Analytics Germany GmbH D-82362 Wellhelm).İstifadədən əvvəl pH metr pH 4.00, 7.00 və 9.00-da standartlaşdırılmış bufer məhlullarına qarşı kalibrlənmişdir.

Ümumi hem piqmentlərinin və hem də dəmirin təyini

Hornsey (1956) tərəfindən təsvir edilən analitik şərtlərə uyğun olaraq turşulaşdırılmış aseton məhlulu ilə ekstraksiya edildikdən sonra ümumi hem piqmenti və hem də ümumi dəmir tərkibi müəyyən edilmişdir [1]. FUV-1800 PC UV/VIS spectrophotometrndən istifadə edilməklə ölçüldü. Ümumi hem piqmentinin miqdarı (μg g^{-1}) A_{640-1} 680-ə vurmaqla hesablanmışdır .

Yağ turşusunun təyini

Kolbasanın yağ turşusu, yağların yağ turşusu metil efirlərinə çevrilməsindən sonra qaz xromatoqrafiyası ilə müəyyən edilmişdir. 8200 CX avtomatik nümunə götürən və FID detektoru ilə təchiz edilmiş Varian 3400 qaz xromatoqrafından istifadə edilmişdir. Məlumatlar Varian Star 4.5 proqramından istifadə etməklə inteqrasiya edilib. Xromatoqrafik ayırma Rtx2330 sütununda (0,32 mm × 0,2 μm) 60-120 °C (dəqiqədə 20 °C) və ardınca 60-240 °C (dəqiqədə 3 °C) temperatur proqramı istifadə edərək həyata keçirildi. Enjektor və FID detektorunun temperaturu 250 °C idi. Helium daşıyıcı qaz kimi istifadə edilmişdir (3 ml $dəq^{-1}$).

Statistik təhlil

Təcrübə ət məhsulu partiyalarının ayrıca hazırlanması ilə iki dəfə təkrarlandı. Hər bir kompozisiya daxilində partiya başına altı təkrar analiz edilmişdir. Nəticələr orta ± standart sapma kimi ifadə edildi. Müalicələrin təsirini və yetişmə vaxtını təhlil etmək üçün P <0.05-də ikitərəfli dispersiya təhlili (Anova) istifadə edilmişdir [2].

Nəticələrin müzakirəsi

Mikrobioloji analiz

Cədvəl 2-də yetişmə zamanı fermentləşdirilmiş ət məhsulunun və ümumiyyətlə arzuolunmaz orqanizmlər qrupunun (Enterobacteriaceae) keyfiyyət atributlarına cavabdeh olan LTB-nin canlı sayındakı dəyişikliklər göstərilir. Bu tədqiqatda əldə edilən nəticələr göstərdi ki, müalicə üzvi quru fermentləşdirilmiş kolbasaların mikrobioloji keyfiyyətinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. LTB-nin ilkin sayı kəsmik zərdab əlavə edilmədən qurudulmuş və duzlu nümunələr üçün oxşar olmuşdur. Gözlənildiyi kimi, kəsmik zərdabı əlavə edilmiş kolbasa nümunəsi ən yüksək LTB sayına malikdir, çünki pasterizə olunmamış süddən əldə edilən kəsmik zərdab laktik turşu bakteriyalarının mənbəyidir. Bununla belə, yetişdikdən sonra duzlu nümunədə (S) və kəsmik zərdabında (SAW) LTB səviyyəsi sərtləşdirici qarışığı olan kolbasa nümunəsindən (C) əhəmiyyətli dərəcədə yüksək olmuşdur. Nəticələrimiz süd turşusu bakteriyalarının nitritə olduqca həssas olduğunu göstərən əvvəlki tədqiqatlara uyğun gəlmir. Bu, digər müəlliflərin tapıntılarını təsdiqləyir. Yetişdikdən sonra üzvi quru qıcqırdılmış kolbasanın LTB göstəricisi təxminən 7-8 log CFU g^{-1} olmuşdur . Bu tədqiqatda olanlara oxşar LTB sayları kəsmik zərdabının əlavə edilməsi ilə istehsal edilən digər spontan fermentləşdirilmiş kolbasalarda, həmçinin başlanğıc kulturaları olan kolbasalarda bildirilmişdir. Mal əti qıcqırdılmış kolbasadakı LTB-nın son sayları Cədvəl 3-də təqdim olunan pH profilinə uyğun idi.

Cədvəl 2.

0 və 21 gün yetişdikdən sonra süd turşusu bakteriyaları və Enterobacteriaceae sayları (log CFU g^{-1}) (orta ± standart sapma)

	C	S	SAW
Süd turşusu bakteriyalarının sayı (log CFU g^{-1})			

	C	S	SAW
Gün 0	7,24 ± 23 ^{aA}	7,17 ± 0,24 ^{aA}	7,74 ± 0,26 ^{bA}
21-ci gün	7,30 ± 0,37 ^{aA}	7,93 ± 0,18 ^{bB}	7,96 ± 0,28 ^{bB}
Enterobacteriaceae sayıları (log CFU g $^{-1}$)			
Gün 0	3,40 ± 0,37 ^{aB}	4,35 ± 0,37	4,64 ± 0,36 ^{bB}
21-ci gün	1,55 ± 0,62	2,74 ± 0,43	2,59 ± 0,44 ^{bA}

C, qurudulmuş nümunə; S, duzlu nümunə; SAW, maye kəsmik zərdab ilə nümunə.
Eyni yetişmə müddətində nümunələr arasında eyni kiçik hərflərdən sonra gələn vasitələr əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənmir (P <0,05). Müxtəlif yetişmə vaxtlarında eyni nümunələr arasında eyni böyük hərflərin ardınca gələn vasitələr əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənmir (P <0,05).

Cədvəl 3.
Yetişmə zamanı qıcqırdılmış mal əti kolbasasının pH dəyərləri (orta ± standart sapma)

	C	S	SAW
pH			
Gün 0	5,64 ± 0,02	5,63 ± 0,02	5,61 ± 0,02 ^{aB}
7-ci gün	5,17 ± 0,05	5,01 ± 0,01	5,02 ± 0,03 ^{aA}
14-cü gün	5.10 ± 0.01	5,06 ± 0,01	5,00 ± 0,05 ^{aA}
21-ci gün	5,15 ± 0,04	5,21 ± 0,04	5,03 ± 0,03 ^{aA}

C, qurudulmuş nümunə; S, duzlu nümunə; SAW, kəsmik zərdab ilə nümunə.
Eyni yetişmə müddətində nümunələr arasında eyni kiçik hərflərdən sonra gələn vasitələr əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənmir (P <0,05). Müxtəlif yetişmə vaxtlarında eyni nümunələr arasında eyni böyük hərflərin ardınca gələn vasitələr əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənmir (P <0,05).

Laktik turşu bakteriyaları fermentləşdirilmiş qidalarda əla rəqib olsa da, arzuolunmaz mikroorqanizmlər qrupu hələ də böyüyə bilərdi. Enterobacteriaceae-nin ilkin sayı adətən quru qıcqırdılmış kolbasalar üçün bildirilən diapazonda idi. Enterobacteriaceae-nin ən aşağı səviyyəsi qurudulmuş kolbasa nümunəsində yetişmənin 0 günündə müşahidə edilmişdir. Yetişmə zamanı bütün eksperimental kolbasalarda Enterobacteriaceae sayı azalmışdır. Aşağı pH və yüksək LTB konsentrasiyası olan ət məhsullarında laktik turşu bakteriyalarının rəqabət qabiliyyəti Enterobacteriaceae-nin sağ qalmasının azalmasından məsuldur.

pH və su fəaliyyəti

Cədvəl 3-də yetişmə zamanı fermentləşdirilmiş mal əti kolbasasının pH dəyişməsi göstərilir. Müalicə üsulu və yetişmə prosesi kolbasa pH dəyərinə təsir göstərmişdir.

Fermentasiyadan əvvəl (0-cu gün) bütün üzvi kolbasaların pH dəyəri oxşar idi (5,61-5,64). Yetişmə zamanı bütün nümunələrin pH dəyəri əhəmiyyətli dərəcədə azaldı. Bununla belə, pH dəyərlərində ən böyük azalma duzlu nümunədə (0,62 vahid) və kəsmik zərdablı nümunədə (0,57 vahid) müşahidə olunub, qurudulmuş nümunənin pH isə 0,47 vahid azalıb. Duzlu nümunə (S) üçün 7-ci gündə minimuma çatdıqdan sonra nümunənin pH səviyyəsi tədricən yüksəldi. Fermentləşdirilmiş quru kolbasa üçün. Onlar pH dəyərlərinin artımını proteolitik fermentlərin fəaliyyəti ilə əlaqələndirdilər. Lizosomal proteazlar (ao katepsinlər D, H, L) asidik mühitdə aktivləşdirilir. Qeyd etmək lazımdır ki, 7-ci gündə minimuma çatdıqdan sonra qurudulmuş nümunənin və kəsmik zərdablı nümunənin pH-ı dəyişməmişdir. Nəhayət, yetişmənin sonunda (21-ci gün) kəsmik zərdab əlavə edilmiş kolbasa nümunəsi quruducu qarışıq və dəniz duzu əlavə edilmiş nümunələrlə müqayisədə xeyli aşağı pH dəyəri ilə xarakterizə edilmişdir. Kəsmik zərdabında olan turşular, çox güman ki, pH-ın azalmasına kömək etdi.

Cədvəl 4-də yetişmə zamanı fermentləşdirilmiş mal əti kolbasasında hem piqmentlərinin konsentrasiyası və həm də dəmir tərkibi göstərilir. Hazırkı tədqiqatda göstərildiyi kimi, 14 gün yetişmə zamanı bütün nümunələrdə ümumi hem piqmentlərinin və hem dəmirinin miqdarı sabit olmuşdur. Sonra əhəmiyyətli dərəcədə artdı və müvafiq olaraq 365,0–402,8 μg g^{-1} və 32,2–35,5 μg g^{-1} diapazonunda olan dəyərlərə çatdı . Kəsmik zərdabı (SAW) ilə işlənmiş kolbasa nümunəsi qurudulmuş nümunəninkinə (C) oxşar və yalnız dəniz duzu (S) ilə işlənmiş nümunədən əhəmiyyətli dərəcədə yüksək olan hem dəmirinin dəyəri ilə xarakterizə edilmişdir. Hem dəmirinin deqradasiyası ət məhsullarının qida dəyərini azaldır. Bu, dəmirin bu iki formasının bioavailability fərqi ilə bağlıdır.

Cədvəl 4. Yetişmə zamanı qıcqırdılmış mal əti kolbasasının ümumi hem piqmentləri, hem dəmir tərkibi (μg g^{-1})

	C	S	SAW
Ümumi hem piqmentləri (μg g^{-1})			
Gün 0	275,3 ± 11,1 ^{aA}	283,8 ± 10,4 ^{aA}	262,3 ± 15,0 ^{aA}
7-ci gün	276,4 ± 16,1 ^{aA}	271,5 ± 18,9 ^{aA}	267,6 ± 12,3 ^{aA}
14-cü gün	318,1 ± 27,1 ^{aA}	294,3 ± 13,0 ^{aA}	294,0 ± 24,6 ^{aA}
21-ci gün	400,4 ± 11,1 ^{bB}	365,0 ± 18,9 ^{aB}	402,8 ± 11,9 ^{bB}
Hem dəmiri (μg g^{-1})			
Gün 0	24,3 ± 0,4 ^{aA}	25,0 ± 0,5 ^{aA}	23,1 ± 0,4 ^{aA}
7-ci gün	24,4 ± 1,4 ^{aA}	24,0 ± 1,7 ^{aA}	23,6 ± 1,4 ^{aA}
14-cü gün	29,8 ± 2,4 ^{aA}	26,0 ± 1,1 ^{aA}	25,9 ± 2,2 ^{aA}

	C	S	SAW
21-ci gün	35,3 ± 1,0 ^{bB}	32,2 ± 1,7 ^{aB}	35,5 ± 1,0 ^{bB}

C, qurudulmuş nümunə; S, duzlu nümunə; SAW, kəsmik zərdab ilə nümunə.

Eyni yetişmə müddətində nümunələr arasında eyni kiçik hərflərdən sonra gələn vasitələr əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənmir (P <0,05). Müxtəlif yetişmə vaxtlarında eyni nümunələr arasında eyni böyük hərflərin ardınca gələn vasitələr əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənmir (P <0,05).

Cədvəl 5 -da göstərildiyi kimi quru fermentləşdirilmiş mal əti kolbasasının yağ turşusu tərkibinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir etmişdir . Yetişmə prosesindən əvvəl (0-cu gündə), kəsmik zərdabı əlavə edilmiş kolbasa nümunəsi ilə qurudulmuş nümunə arasında CLA tərkibində bir istisna olmaqla, yağ turşusunun tərkibində heç bir fərq yox idi. Yetişmə zamanı doymuş yağ turşusunun (DYT), monodoymamış yağ turşusunun (MDYT) və poli doymamış yağ turşusunun (PDYT) faizi heç bir müalicədə əhəmiyyətli dərəcədə dəyişməmişdir. Dəniz duzu və kəsmik zərdabı (S və SAW) ilə işlənmiş kolbasa nümunələri qurudulmuş nümunə ilə müqayisədə əhəmiyyətli dərəcədə yüksək PDYT tərkibi ilə xarakterizə edilmişdir. Dəniz duzu ilə üzvi qıcqırdılmış kolbasadakı PDYT-dakı faizlər arasında qurudulmuş duzlu nümunələrlə müqayisədə hər hansı bir fərqin olmaması da əvvəlki araşdırmamızda bildirilmişdi. Həmin tədqiqatda kəsmik zərdabının əlavə olunduğu duzlu nümunələr qurudulmuş nümunə ilə müqayisədə PDYT-nın oxşar tərkibi ilə xarakterizə edildi və beləliklə, kəsmik zərdabının PDYT-nı qurudulmuş duzla müqayisə edilə bilən oksidləşmədən qoruya bildiyi qənaətinə gəlməyə imkan verdi.

Cədvəl 5. Yetişmə zamanı qıcqırdılmış mal əti kolbasasının yağ turşusu tərkibi (%) (orta ± standart sapma)

	C	S	SAW
DYT			
Gün 0	47,16 ± 0,23 ^{aA}	47,41 ± 0,86 ^{aA}	47,79 ± 0,75 ^{aA}
21-ci gün	47,80 ± 0,89 ^{aA}	47,99 ± 1,01 ^{aA}	46,97 ± 0,90 ^{aA}
MDYT			
Gün 0	47,62 ± 0,97 ^{aA}	46,97 ± 0,68 ^{aA}	46,33 ± 0,73 ^{aA}
21-ci gün	47,22 ± 1,22 ^{aA}	46,42 ± 0,55 ^{aA}	46,61 ± 0,34 ^{aA}
PDYT			
Gün 0	5,23 ± 0,51 ^{aA}	5,62 ± 0,39 ^{aA}	5,87 ± 0,45 ^{aA}

	C	S	SAW
21-ci gün	4,98 ± 0,29 ^{aA}	5,58 ± 0,38 ^{bA}	6,41 ± 0,32 ^{cA}
MDYT/DYT			
Gün 0	1,01 ± 0,12 ^{aA}	0,99 ± 0,21 ^{aA}	0,97 ± 0,14 ^{aA}
21-ci gün	0,99 ± 0,34 ^{aA}	0,97 ± 0,19 ^{aA}	0,99 ± 0,16 ^{aA}
PDYT/DYT			
Gün 0	0,11 ± 0,09 ^{aA}	0,12 ± 0,05 ^{aA}	0,12 ± 0,05 ^{aA}
21-ci gün	0,10 ± 0,05 ^{aA}	0,12 ± 0,03 ^{aA}	0,14 ± 0,07 ^{aA}
CLA			
Gün 0	0,875 ± 0,035 ^{aA}	0,990 ± 0,083 ^{abA}	1,023 ± 0,092 ^{bA}
21-ci gün	0,949 ± 0,071 ^{aA}	1,069 ± 0,096 ^{aA}	0,913 ± 0,097 ^{aA}

DYT, doymuş yağ turşuları; MDYT, mono doymamış yağ turşuları; PDYT, poli doymamış yağ turşuları; CLA, linoleik turşu izomerləri (cis9-trans11, trans9-trans11); C, qurudulmuş nümunə; S, duzlu nümunə; SAW, kəsmik zərdab ilə nümunə.

Eyni yetişmə müddətində nümunələr arasında eyni kiçik hərflərdən sonra gələn vasitələr əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənmir (P <0,05). Müxtəlif yetişmə vaxtlarında eyni nümunələr arasında eyni böyük hərflərin ardınca gələn vasitələr əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənmir (P <0,05).

Hazırkı tədqiqat göstərdi ki, eksperimental kolbasalarda yetişmənin sonunda bir sıra uzun zəncirli n-3 PDYT var. 21-ci gündə bu turşuların orta miqdarı 1,46% - 1,89% arasında idi və ona müalicə və yetişmə prosesi təsir göstərməmişdir. n-6/n-3 nisbəti 1,59 ilə 1,91 arasında idi və Simopoulos tərəfindən tövsiyə olunan dəyərə uyğundur .

Ət və ət məhsullarında CLA-nın təbii konsentrasiyası onların sağlamlıq faydalarını göstərmək üçün nisbətən aşağıdır, cari araşdırma ilə təsdiqlənir. 0-cı gündə kolbasa nümunələrində CLA izomerlərinin konsentrasiyası 0,875-1,023% aralığında olmuşdur. Biz fərz etdik ki, kəsmik zərdabında olan laktik turşu bakteriyaları linoleik turşudan CLA izomerləri istehsal edə bilir. Təəssüf ki, bu fərziyyə cari tədqiqatda təsdiqlənməmişdir. 21-ci gündə bütün müalicələr CLA izomerlərinin tərkibinə oxşar olaraq xarakterizə edildi. CLA izomerlərinin istehsalı pH və temperaturdan təsirlənir. Buna görə də, kəsmik zərdabından olan laktik turşu bakteriyalarının mal əti kolbasa nümunələrində CLA izomerləri istehsal edə biləcəyi yetişmə şərtlərini tənzimləmək üçün əlavə tədqiqatlara ehtiyac var.

Nəticə

Kəsmik zərdabının istifadəsi nitritsiz üzvi fermentləşdirilmiş mal əti kolbasasının pH dəyərlərinə müsbət təsir göstərmişdir. Kəsmik zərdabının tətbiqi nitritsiz üzvi qıcqırdılmış kolbasada qurudulmuş duzlu nümunə ilə müqayisədə xeyli aşağı pH və daha yüksək laktik turşu bakteriyası ilə nəticələndi. Kəsmik zərdab yetişmə zamanı duzlu kolbasalarda hem dəmir itkisindən uğurla qorunur. Kəsmik zərdab əlavə edilmiş duzlu nümunə, yetişmənin sonunda qurudulmuş və duzlu nümunələrlə (C və S) müqayisədə daha yüksək PDYT tərkibi ilə xarakterizə edilmişdir. Bu, əvvəlki tədqiqatlarda da nümayiş etdirilən kəsmik zərdabının antioksidant fəaliyyətini təsdiqləyir. Nəticə olaraq, kəsmik zərdabının əlavə edilməsi nitrit istehsalı olmayan üzvi quru fermentləşdirilmiş kolbasa və onun qida dəyərini həm dəmirin, həm də yağ turşularının tərkibinə görə yaxşılaşdırır.

Ədəbiyyat:

1. CIE (1978). *Commission Internationale de l'Eclairage*. Supplement No. 2 to CIE Publication No. 15 Colorimetry. Paris, France: Bureau Central de la CIE.
2. De Smet, S. & Vossen, E. (2016). Meat: the balance between nutrition and health. A review. Meat cience, 120, 145–156.
3. EC (2008). Commission Regulation (EC) n˚ 889/2008 of 5 September 2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) n˚ 834/2007 on organic production and labeling of organic products with regard to organic production, labeling and control.
4. Folch, J.,Lees, M. &Stanley, G.H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. The Journal of Biological Chemistry, 226, 497–509.
5. Holck, A., Axelsson, L., McLeod, A., Rode, T.M. & Heir, E. (2017). Health and safety considerations of fermented sausages. Journal of Food Quality, 3, 1–25.
6. Tong, L.M., Sasaki, S., McClements, D.J. & Decker, E.A. (2000). Mechanisms of the antioxidant activity of a high molecular weight fraction of whey. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 48, 1473–1478.
7. Wójciak, K.M., Dolatowski, Z.J. & Kołożyn-Krajewska, D. (2015a). Use of acid whey and probiotic strains to improve microbiological quality and sensory acceptance of organic fermented sausage. Journal of Food Processing and Preservation, 39, 539–547.

Increasing the functional effect and nutritional value of nitrite-free sausage products by adding cottage cheese whey

Musayeva Mehriban Ilgar
Azerbaijan State University of Economics
Master; mehriban.musayeva15@icloud.com

ABSTRACT

In this study, the effect of acid whey on the physicochemical properties and nutritional value of non-nitrite organic fermented sausage made from beef investigated. Fermented sausage was prepared in three formulations: C (cured), S (salted) and SAW (salted with liquid acid whey). Each sample was analysed during the ripening process: at 0, 7, 14 and 21 days of ripening in a temperature of 16°C. The obtained results indicated that the addition of acid whey improves physicochemical properties of organic dry-fermented sausage without nitrite and its nutritional value. The application of acid whey resulted in a significantly lower pH and a higher lactic acid bacteria content in organic fermented sausage without nitrite than in the sample with curing salt (respectively, by 0.12 units and 0.66 log CFU g−1). Acid whey

successfully protected against haem iron loss in salted sausage during ripening. The salted sample with acid whey addition was characterised by a higher PUFA content (6.41%) at the end of ripening as compared to the cured sample (4.91%) and salted sample (5.58%). The addition of acid whey improves organic dry-fermented sausage without nitrite production and its nutritional value.

Keywords: *Cottage cheese whey, linoleic acid (CLA), fermented sausage, ripening process*

Повышение функционального эффекта и пищевой ценности безнитритного колбасного изделия за счет добавления творога

Мусаева Мехрибан Ильгар
Азербайджанский Государственный Экономический Университет
Магистр, mehriban.musayeva15@icloud.com

РЕЗЮМЕ

В данном исследовании изучалось влияние кислой сыворотки на физико-химические свойства и пищевую ценность органической ферментированной колбасы, изготовленной из говядины, не содержащей нитрита. Ферментированная колбаса была приготовлена в трех рецептурах: C (вяленая), S (соленая) и SAW (соленая с жидкой кислой сывороткой). Каждый образец был проанализирован в процессе созревания: на 0, 7, 14 и 21 день созревания при температуре 16 °C. Полученные результаты показали, что добавление кислой сыворотки улучшает физико-химические свойства органической ферментированной колбасы без нитрита и ее пищевую ценность. Применение кислой сыворотки привело к значительному снижению pH и повышению содержания молочнокислых бактерий в органической ферментированной колбасе без нитрита, чем в образце с посолочной солью (соответственно на 0,12 единиц и 0,66 log КОЕ г−1). Кислая сыворотка успешно защитила от потери гемового железа в соленой колбасе во время созревания. Соленый образец с добавлением кислой сыворотки характеризовался более высоким содержанием ПНЖК (6,41%) в конце созревания по сравнению с посоленным образцом (4,91%) и соленым образцом (5,58%). Добавление кислой сыворотки улучшает выработку органической ферментированной колбасы без нитрита и ее пищевую ценность.

Ключевые слова*: Творожная сыворотка, линолевая кислота (CLA), ферментированная колбаса, процесс созревания*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1719

MÜASİR BROYLER TOYUQLARININ BAXIM SİSTEMLƏRİ

H.A.Əsgərov[1], X.H.Seyidova[2], İ.M.Quliyeva[3], V.F.Rzayeva[4]

[1]"Şəfa" Broyler ASC, Bakı, Azərbaycan
[2,3,4]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kimya texnologiya fakültəsi, Bakı
[2]k.ü.f.d., orcid.org/0009-0006-8451-064x , xeyale.seyidova.h@asoiu.edu.az
[3]k.ü.f.d, dos. http://orcid.org/0009-0006-4269-5121, ilaha.guliyeva@asoiu.edu.az
[4]orcid.org/0000-0003-4352-099x, vusaler264@gmail.com

Xülasə

Məqalədə broyler toyuqlarının yetişdirilməsi üçün müxtəlif sistemlərin əsas xüsusiyyətləri təsvir edilmişdir. Broyler yetişdirmə sistemi quş əti istehsalının məhsuldarlığına, təhlükəsizliyinə və iqtisadi səmərəliliyinə təsir edən ən mühüm amildir. Sənaye quşçuluğunda ət üçün broyler yetişdirmək üçün aşağıdakı üsullardan istifadə olunur. Təqdim olunan texnologiya ilə yetişdirilən quşçuluqda keyfiyyətini aşağı salmadan quşçuluq evinin vahid sahəsinə düşən ət məhsuldarlığı artır. Broylerlərin setka döşəmələrdə yetişdirilməsi sistemi, quşların nəcislə təmasını minimuma endirən materialının istifadəsini aradan qaldırmaqla broylerlərin yetişdirilməsi texnologiyasını hazırlayarkən dünya quşçuluğunda müasir tendensiyaları, quşçuluq sistemlərinin üstünlüklərini nəzərə almaq lazımdır. Təsərrüfat quşlarının saxlanmasının təbii şəraitinə mümkün qədər yaxın olan texnologiyalardan istifadə etməklə istehsal olunan ekoloji cəhətdən təmiz "üzvi" məhsullara maraq artır. Azərbaycan Respublikasının Aran rayonunda yetişdirilən "Broyler-006" toyuq cinslərinin yetişdirilmə şəraiti və uyğun olaraq bazar satışı üçün məhsuldarlığı haqqında məlumat verilmişdir.

Açar sözlər: *broyler toyuqları, quşçuluq, beçərilmə texnologiyası, yem, məhsuldarlıq. saxlanılma şəraiti*

GİRİŞ

Müasir insan qidalanmasında heyvan zülalının ən mühüm mənbəyi quş əti, yəni broyler toyuqlarıdır. Bu quşların pəhriz xüsusiyyətləri və qida dəyəri bu məhsulu bütün dünyada məşhur etmişdir. Quş əti demək olar ki, hər yerdə yeyilir, dünya dinlərinin heç birində bununla bağlı heç bir məhdudiyyət yoxdur. Məlumdur ki, broyler toyuqlarının əti digər heyvan növ ətləri ilə müqayisədə istehsal xərclərinə görə ən ucuzlu ət hesab edilir. Bununla yanaşı bu quşların bəslənilmə müddəti də qısadır. Broyler toyuqlarının yetişdirilməsi texnologiyası quşların həyat qabiliyyətinə və məhsuldarlığına, istehsalın iqtisadi səmərəliliyinə təsir edən həlledici amildir. Bu baxımdan bizim təqdim etdiyimiz məqalədə bəslənmənin önəmli faktorları, bəslənilmə şəraiti, qidalanma və s. haqqında məlumat verilmişdir.

Eyni zamanda bəslənilmə şəraitinə uyğun olaraq Azərbaycanın Aran rayonunda bəslənən quşçuluq fabrikinin 1 günlük kəsim hesabatı və 30 günlük ümumi çıxım hesabatı verilmişdir.

Bəslənmə üçün önəmli faktorlar aşağıdakılardır:

1) İlk gün üçün dampn temperaturu 30^0C olmalıdır.
2) Manual yem və su qabı ortalama 50-75 baş cücə üçün 1 yem qabı və 1 su qabı nəzərə alınmalıdır.

3) Avtomat tem qablarından istifadə zamanı isə 70 baş quş üçün 1 yem qabı, 12 quş üçün 1 nipel nəzərə alınmalıdır.

4) Yem qabı ilə su qabı arasında məsəfə 2 metrdən böyük olmalıdır.

5) Yem qabı xətlərinin arasında olan məsafə 4 metr, su qabı xətlərinin arasında 4 metr məsafə mütləqdir. Bu cücələrin bəslənməsi zamanı minimal enerji itkisi üçün nəzərdə tutulub.

6) Yem itkisinin qarşısının alınması üçün, damın altı 80%-dək kağız ilə doldurulmalıdır. Əgər kağız özü-özünə parçalanmırsa, onda damdan 3 gündən sonra götürmək mütləqdir.

7) Ən əsas faktor isə quşların bəslənməsi zamanı su və yem qəbulunu stimullaşdırmaqdan ötrü ilk gün 24 saat, 2-cü gündən etibarən günlük 1 saat qaranlıq 23 saat işıqlandırma ilə təmin olunmalıdır. İşıqlandırma damın hər yerində eyni olmalıdır.

Quşların saxlanılması üçün dam yerinin rütubəti və temperaturu. Quşların saxlanılması üçün dam yerinin rütubəti və temperaturu önəmli faktorlardan biridir. Cədvəl 1-də quşların günlük yaşına uyğun rutubət və temperatur asılığı verilmişdir.

Cədvəl 1. *Quşların günlük yaşına uyğun rutubət və temperatur asılığı*

Quşların yaşı (gün ilə)	40% nisbi rütübət	50% nisbi rütübət	60% nisbi rütübət	70% nisbi rütübət
1	36,0^{0}C	33,2^{0}C	30,8^{0}C	29,2^{0}C
3	33,7^{0}C	31,2^{0}C	28,9^{0}C	27,3^{0}C
6	32,5^{0}C	29,9^{0}C	27,7^{0}C	26,0^{0}C
9	31,3^{0}C	28,6^{0}C	26,7^{0}C	25,0^{0}C
12	30,2^{0}C	28,7^{0}C	25.7^{0}C	25,0^{0}C
15	29,0^{0}C	26,8^{0}C	24,8^{0}C	23,0^{0}C
18	27,7^{0}C	25,5^{0}C	23,6^{0}C	21,9^{0}C
21	26,9^{0}C	24,7^{0}C	22,7^{0}C	21,3^{0}C
24	25,7^{0}C	23,5^{0}C	21,7^{0}C	20,2^{0}C

Dənlik doluluğunun yoxlanması. Quş bəslənməsi zamanı fasiləsiz olaraq müşahidələr aparılır. Bunların içində dənlik doluluğunun yoxlanması önəmli faktorlardandır. Bunun üçün damın 3-4 fərqli hissəsindən 30-40 ədəd cücə götürülüb, yüngülcə hər birinin dənliyi yoxlanılır. Zamandan asılı olaraq dənlik dolumu aşağıdakı kimi dəyişir:

2 saat müddətində - dənlik dolumu 75%;

8 saat müddətində - dənlik dolumu >80%;

12 saat müddətində - dənlik dolumu >85%;

24 saat müddətində - dənlik dolumu >95%;

48 saat müddətində - dənlik dolumu 100% olmalıdır.

Cücənin temperaturu. Cücənin temperaturu olçülməsi də bəslənmə zamanı vacib olan faktorlardandır. Bunun üçün ilk 4-5 gün ərzində damın müxtəlif hissələrindən ən azı 10 cücənin temperaturu ölçülür. İlk 4-5 gün ərzində normalda temperatur 39,4-40,8^{0}C olmalıdır. Cücənin temperaturu ölçmə zamanı vacib olan faktorlar aşağıdakılardır.

1) Damın soyuq və ya isti tərəflərinə xüsusi diqqət yetirilməlidir
2) Cücə ehmalca götürülüb termometr arxa qismindən çılpaq dəriyə yaxınlaşdırmaqla ölçülməlidir
3) Cücənin arxa hissəsi yaş və ya çirk olduqda temperatur ölçülməməlidir.

Damın dezinfeksiyası. Damın dezinfeksiyası zamanı əsasən formalin fumiqasiyasından istifadə edilir. Dezinfeksiya işləri aparan zaman bütün təmizlik və təmir işləri bitirdikdən sonra

başlanılmalıdır. İstifadə olunan dezinfeksiyaedici maddə dövləti qoyduğu standartlara cavab verməlidir. Dezinfeksiya təzyiqli su ilə və ya çanta çiləyi ilə aparılmalıdır. Fumiqasiya, dezinfeksiya prosesi bitdikdən sonra dərhal yerinə yetirmək lazımdır. Fumiqasiya zmanı damın temperauturu ən azı 21^0C, havanın rütubəti isə 65%-dən yüksək olmamalıdır. Fumiqasiyadan sonra 24 saat müddətində həmin əraziyə giriş qadağan olunmalıdır, 24 saatdan sonra isə həmin dam havalandırılmalıdır.

Havalandırma. Əsasən üç formada havalandırmadan istifadə edilir:

1)Minimum havalandırma

2) Keçici havalandırma

3) Tunel havalandırma

Minimal havalandırma tipi gənc cücələr üçün nəzərdə tutulub. Belə havalandırmada pəncərələr ən az 5 sm açıq olmalıdır. Təmiz havanı təmin etmək üçün, amonyak, CO_2 və CO qazları və toz-torpaq aradan qaldırmaq və istiliyi lazımi səviyyədə saxlamaq üçün ilk 10 gün ərzində minimum havalandırma olunmalıdır (havalandırma zamanla tənzimlənməlidir).

Keçici havalandırmanın məqsədi, damın istiliyini azaldmaqdır. Damın temperaturu cücəyə tələb olunan temperaturdan yüksək olduğu zaman damın istiliyi bu növ havalandırma ilə normallaşdırıla bilər. Bu tip havalandırmada pəncərələrin sayı, havalandırma qabiliyyətinin 40-50% -nı təmin edəcək şəkildə olmalıdır.

Tunel havalandırma tipi yalnız isti havalarda və ya quşların yaşı yuxarı olduqda istifadə edilə bilər. Bu havalandırma istifadə edilərkən, yan pəncərələr bağlanmalı, ventilyatorlar isə söndürülməlidir. Hava yalnız damın əvvəlindən və tunel havalandırmaya aid olan pəncərələrdən daxil olunmalıdır.

FCR. Quşçuluq sənayesində məhsuldarlığı qiymətləndirmək üçün istifadə edilən ən mühüm meyarlardan biri FCR-dir. FCR Feed Conversion Rate deməkdir. Yem quşçuluq sənayesində çox vacibdir. Yemin çevrilmə nisbəti həm iqtisadi istehsal, həm də daha yaxşı şərait təmin etmək üçün qiymətləndirilir.

Formula olduqca sadədir. Bunu bir misalla izah etdiyimiz zaman daha asan və rahat başa düşəcəksiniz.

Misal: Broyler fabrikində 10000 baş heyvan varsa və bu heyvanlar kəsilənə qədər 20000 kq yem yeyiblər. Heyvanın kəsilmədən əvvəl ümumi diri çəkisi 12.000 kq olsun. Bu nümunəyə görə:

Heyvan yemi: 20.000 kq

Heyvanın ümumi canlı çəkisi: 12.000 kq

20.000 / 12.000 = 1.667 kimi bir rəqəm çıxır. Bu misal üçün FCR 1.667-dir.

Bir quş sexinin yemini canlı çəkiyə necə çevirdiyini bizə göstərən bir göstəricidir:

FCR= Cəmi yem (qr) / Diri çəkisi (qr)

FCR nədən asılıdır:

1) Yem istehlakının keyfiyyətindən
2) Quşçuluq rasionunun komponentləri və birləşmələri
3) Yemin fiziki forması (qranul və ya pellet)
4) Sürünün sağlamlıq vəziyyəti
5) Bioloji təhlükəsizlik
6) Damın dezinfeksiya edilməsi

7) Klinik və subklinik xəstəliklər
8) Damın temperature
9) Damda istifadə edilən suyun keyfiyyəti
10) Havalandırma
11) Damın işıqlandırması

Yuxarıda göstərilən şəraitə uyğun Azərbaycanın Aran bölgəsində də quşçuluq fabrikində də quşların bəslənilməsi aparılır. Bəslənilmiş quşlar halal şəraitdə kəsilir, qablaşdırılır və daxili bazarda satışa çıxarılır. Aşağıdakı cədvəldə isə şəkəryem ilə bəslənmiş Aran rayonunda yetişdirilmiş broylerin kəsimin 1 günluk hesabatı verilmişdir.

Cədvəl 2. Şəkəryem ilə bəslənmiş Aran rayonunda yetişdirilmiş broylerin kəsimin 1 günluk hesabatı

Ehtiyatların adı	Daxil olan miqdar	Diri quşun çəkisi	Ümumi çıxım faizi, %	Təmiz ət faizi, %
Ayaq (Çəki İlə)	208.09	6984	2.98	0.00
Çiyər (Çəki İlə)	80.15	6984	1.15	0.00
Pətənək (Çəki İlə)		6984	0.00	0.00
Dəri (Çəki İlə)	67.99	6984	0.97	0.97
Qanad Açıq Ulduzlu		6984	0.00	0.00
File Xırda (Çəki İlə)	18.39	6984	0.26	0.26
File Açıq Ulduzlu		6984	0.00	0.00
Bud Butulka Üçıq Ulduzlu	15.88	6984	0.23	0.23
Ciyər Qabda	120.41	6984	1.72	0.00
Pətənək Qabda	45.84	6984	0.66	0.00
Qanad Uçu (Çəki İlə)	19.39	6984	0.28	0.28
Sinə Sümüyü	171.01	6984	2.45	2.45
Toyuq Sup Dəsti Qarışıq	200.85	6984	2.88	2.88
Supdəsti (Çəki İlə)		6984	0.00	0.00
Bel Tırı (Çəki İlə)	193.08	6984	2.76	2.76
Bud Butulka (Çəki İlə)	242.91	6984	3.48	3.48
Bud-Dibi (Çəki İlə)	298.19	6984	4.27	4.27
Bud Bütöv (Çəki İlə)	105.88	6984	1.52	1.52
File	686.64	6984	9.79	9.79
Qanad	143.73	6984	2.06	2.06
Toyu açıq max 14 kq	442.33	6984	6.33	6.33
Toyuq açıq 14-15 kq	329.90	6984	4.72	4.72
Toyuq paketdə max 14 kq	1029.63	6984	14.74	14.74
Toyuq paketdə 14-15 kq	73.76	6984	1.06	1.06
Toyuq paketdə 15+ kq	210.13	6984	3.01	3.01
Şəffaf paketdə max 14 kq	281.62	6984	4.03	4.03
Şəffaf paketdə max 14-15 kq	233.46	6984	3.34	3.34
Şəffaf paketdə max 15+ kq	383.40	6984	5.49	5.49
farşlıq	46.99	6984	0.67	0.67
Cəmi	**5646.61**		**80.85**	**74.34**

Tarix 30.03.2025			
Qaimə üzrə	3560		
Kəsimə daxil oldu	3560		
Sayğac sayı	4515		
Ölü sayı	8 baş/15.73 kq		
İstehsalata verildi	3552 baş /6984 kq		
Kəsildi	3552 baş		
Bütöv	2200 baş/ 61.94%		
Doğrama	1352 baş/38.06 %		

Şəkəryem ilə bəslənmiş broyler quşlarının 1 aylıq ümumi hesabatı aşağıdakı cədvəldə təqdim olunmuşdur (cədvəl 3).

Cədvəl 3. Şəkəryem ilə bəslənmiş broyler quşlarının 10 günlük ümumi hesabatı

Tarix	Kəsim baş sayı	Bütöv baş sayı	Bütöv quşun faizi,%	Doğrama baş sayı	Doğranan quşun faizi,%
02.03.2025	3534	2130	60.3	1404	39.7
03.03.2025	3539	2090	59.1	1449	40.9
04.03.2025	3541	2100	59.3	1441	40.7
05.03.2025	1894	1360	71.8	534	28.2
06.03.2025	3724	2220	59.6	1504	40.4
09.03.2025	3556	1820	51.2	1736	48.8
10.03.2025	3545	1710	48.2	1835	51.8
11.03.2025	3539	1870	52.8	1669	47.2
13.03.2025	3796	2213	58.3	1583	41.7
16.03.2025	5801	3740	64.5	2061	35.5
17.03.2025	3779	2180	57.7	1599	42.3
18.03.2025	4458	2746	61.6	1712	38.4
19.03.2025	4542	3160	69.6	1382	30.4
23.03.2025	4558	2730	59.9	1828	40.1
24.03.2025	5058	2460	48.6	2598	51.4
26-27.03.2025	2208	880	39.9	1328	60.1
30.03.2025	3552	2200	61.9	1352	38.1
Cəmi	**64624**		**58.2**	**27015**	**41.8**

Cədvəldən göründüyü kimi, 1 ay ərzində kəsilmiş toyuqların 58,2% bütöv, 41.8% isə doğrama satış üsuluna təqdim edilmişdir.

Nəticə

Mövcud iqtisadi şəraitdə quşçuluğun inkişafının əsas konsepsiyaları səmərəlilik və biosimulyasiyadır və onların effektivliyi yalnız perspektivli milli elm və texnologiyanın inkişafının faktiki istehsalda yaradılması və həyata keçirilməsinə əsaslana bilər. Sənayenin gələcək inkişafı üçün innovativ yanaşmalara, xüsusən də quşçuluğun və heyvandarlığın məhsuldarlığı üçün yeni texnologiyalardan istifadəyə xüsusi diqqət yetirilməlidir.

Ədəbiyyat

1. Əsgərov H.A., Seyidova X.H., Quliyeva İ.M.Aran rayonunda yetişdirilən broyler-006 toyuq cinsinin məhsuldarlığı // PAHTEI, Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational İnstitutions, 2024, P.541-544.
2. Фисинин В.И. и др. Технология производства мя-са бройлеров. Сергиев Посад, 2008.
3. Li H., Wen X., Alphin R. et al. Effects of two differ-ent broiler flooring systems on production performances, welfare, and environment under commercial production conditions // Poultry Science. 2017. Vol. 96. P. 1108-1119.
4. Michigan Compiled Laws, Chapter 287, Act 466 of 1988, Section 287.746. URL: http://legislature.mi.gov/doc.aspx?mcl-287-746] (дата обращения: 02.03.2021).
5. Adler C., Schmithausen A.J., Trimborn M. et al. Ef-fects of a Partially Perforated Flooring System on Ammonia Emissions in Broiler Housing – Conflict of Objectives between Animal Welfare and Environment? // Animals. 2021. Vol. 11(3). P. 707.
6. Буяров В.С., Кавтарашвили А.Ш., Буяров А.В. Достижения в современном птицеводстве: исследования и инновации: монография. Орел: Изд-во ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2017.
7. Гаджиев М.Г., Абдуллаев Г.Г., Мамедов Ш.М., Аллахвердиев Р.Б.: Современное состояние и пути дальнейшего развития птицеводства Азербайджана. «Актуальные проблемы современного птицеводства». Выпуск 68, с.6-16, Харьков (2012)
8. Гаджиев М.Г., Аллахвердиев Р.Б., Велиев С.И.: Раздельное содержание бройлеров по полу в условиях Азербайджана. Научные труды ветеринарного научно- исследовательского института. Том 34, с.205-209, Баку (2016).
9. Буяров В.С. Эффективность современных технологий производства мяса бройлеров // Биология в сельском хозяйстве, №2 (31), 2021, стр. 13-17

Modern systems for care of broiler chickens

H.A.Asgerov[1], Kh.H.Seidova[2] I.M.Kulieva[3], V.F.Rzaeva[4]

[1] "Shafa" OJSC Baku, Azerbaijan
[2,3,4]Azerbaijan State University of Oil and Industry, Faculty of Chemical Technology, Baku
[2]PhD, orcid.org/0009-0006-8451-064x , xeyale.seyidova.h@asoiu.edu.az
[3]PhD, As.Prof. http://orcid.org/0009-0006-4269-5121, ilaha.guliyeva@asoiu.edu.az
[4]orcid.org/0000-0003-4352-099x, vusaler264@gmail.com

ABSTRACT

This article explains the main features of the growing chicken system. Broiler rearing systems are the most important factors that affect poultry breeding productivity, safety and economic efficiency. Modern methods are used in industrial poultry breeding for broiler meat production. Birds raised according to the presented methods have increased meat yield from a single poultry farming area without deterioration in quality. Broiler rearing systems on mesh floors should take into account the current world market trends and the advantages of poultry systems, except for the use of materials that minimize hatching contact in the preparation of broiler rearing methods. Interest in environmentally friendly "organic" products made using technology is growing in natural conditions in poultry. Information on breeding conditions for Broiler-006 breeds grown in the Aran region of Azerbaijan and productivity for market implementation.

Современные системы ухода за цыплятами-бройлерами

Г.А.Аскеров[1], Х.Х.Сеидова[2], И.М.Гулиева[3], В.Ф.Рзаева[4]
[1] «Шафа» ОАО Баку, Азербайджан
[2,3,4]Азербайджанский Государственный Университет Нефти И Промышленности, Химико-Технологический Факультет, Баку
[2]к.х.н., http://orcid.org/0009-0006-8451-064x , xeyale.seyidova.h@asoiu.edu.az
[3]к.х.н., доц. http://orcid.org/0009-0006-4269-5121, ilaha.guliyeva@asoiu.edu.az
[4]vusaler264@gmail.com, http://orcid.org/0000-0003-4352-099x

РЕЗЮМЕ

В этой статье объясняются основные особенности растущей куриной системы. Системы выращивания бройлеров являются наиболее важными факторами, которые влияют на производительность разведения птицы, безопасность и экономическую эффективность. Современные методы используются в промышленном размножении птицы для разведения бройлеров для мяса. У птиц, выращенных в соответствии с представленными методами, урожай мяса увеличивается от единичной зоны птицеводства без ухудшения качества. Системы для культивирования бройлеров на сетчатых полах должны учитывать текущие тенденции мирового рынка и преимущества птицеводческих систем, за исключением использования материалов, которые минимизируют контакт выведения при подготовке методов выращивания бройлеров. Интерес к экологически чистым «органическим» продуктам, изготовленным с использованием технологий, растет в естественных условиях у птицы. Информация о условиях размножения для пород Бройлер-006, выращенных в Аранском регионе Азербайджана, и производительность для реализации рынка.

Ключевые слова: *цыплята-бройлеры, птицеводство, технология выращивания, корм, продуктивность, выращивания*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1726

ABŞERONUN NEFT-QAZ OBYEKTLƏRİNDƏ BAŞ VERƏ BİLƏCƏK YANĞINLARIN TƏSİRİ VƏ QARŞISININ ALINMASI

Hicran Babayeva
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
babayeva.hicran@asoiu.edu.az

Xülasə

Neft qaz sənayesində çoxlu sayda yanar və partlayış təhlükəli maddə və materiallar istifadə edilir və ya emal edilir. İri həcmli qəzaların və yanğınların təhlili göstərir ki, böyük həcmdə buxar qaz tullantılarının partlayışları zamanı nəinki sənaye mədənləri və qurğuları, həmçinin yaxınlıqda olan yaşayış massivləri də dağılmaya məruz qalır. Qəzaların lokallaşdırılması ilə bağlı xeyli çətinliklər yaranır, bu cür hadisələrin qarşısının alınmasında yanğından mühafizə xidmətinin ənənəvi texniki vasitələri az effektivli olur.

Yanğın-partlayış təhlükəli istehsalatın kifayət qədər effektiv olmaması ilk növbədə layihələşdirmə, tikinti, qeydiyyata alınma, təmir və istismar zamanı istehsalatda yanğın-partlayış təhlükəsinin analitik kəmiyyətinin qiymətləndirilməməsi ilə şərtləndirilir.

İstehsalatda yanğın partlayış təhlükəsizliyi qaydaları konkret istehsalatların yanğın və partlayışlardan müdafiə xüsusiyyətlərini bütünlükdə əhatə etmir. Məhz bu səbəbdən tipik texnoloji proseslər üçün xarakterik təhlükəli vəziyyətlərinin dərindən öyrənilməsi effektiv yanğın-partlayış mühafizəsinin işlənib hazırlanmasında başlıca rasional istiqamət hesab olunur. Yanğın təhlükəsi olan vəziyyətlərin modelləşdirilməsi - yanğın təhlükəsizliyinin təminatı sahəsində qərarların effektiv reallaşmasına yönələn, optimal qərarları əsaslandırmağa imkan verən təhlükəsizliyin təminatına gedən yoldur.

Açar sözlər: *yanğın, neft, qaz, qaz sızmaları, ətraf mühit, çirklənmə.*

GİRİŞ

Neft-qaz sənayesində baş verən yanğınlarla bağlı statistika müxtəlif mənbələrdən toplanan məlumatlara əsaslanır və ölkədən ölkəyə dəyişə bilər. Bununla belə, ümumi olaraq neft-qaz sənayesində yanğınların əksəriyyəti aşağıdakı səbəblərdən yaranır:

Partlayıcı maddələr və qaz sızmaları - Yüksək təzyiqli boru kəmərləri və neft-qaz hasilat qurğularında qaz sızmaları partlayıcı şərait yaradır və tez-tez yanğınlara səbəb ola bilər.

Avadanlıqların nasazlığı - Avadanlıqların vaxtında texniki baxışdan keçməməsi, qüsurlu maşınlar və ya elektrik sistemlərində qısaqapanmalar yanğınlara səbəb ola bilər.

İnsan faktoru - Təhlükəsizlik qaydalarına əməl olunmaması, avadanlıqdan qeyri-düzgün istifadə və ya texniki işçilərin səhvləri yanğın riskini artırır.

Abşeron yarımadası Azərbaycanın ən vacib sənaye və enerji mərkəzlərindən biridir və burada yerləşən neft-qaz obyektləri ölkənin iqtisadi inkişafında mühüm rol oynayır. Bununla yanaşı, bu obyektlərdə baş verə biləcək irimiqyaslı yanğınlar yalnız sənaye obyektlərinin özlərinə deyil, həm də ətraf yaşayış mühitinə ciddi təsir göstərə bilər. Bu səbəbdən, mümkün fövqəladə yanğınların ekoloji, iqtisadi və sosial nəticələrinin ətraflı qiymətləndirilməsi və təsirlərinin azaldılması üçün qabaqlayıcı tədbirlərin görülməsi vacibdir.

Bu məqalədə Abşeron yarımadasının neft-qaz obyektlərində baş verə biləcək irimiqyaslı

yanğınların yaşayış mühitinə təsiri qiymətləndirilir. İlkin olaraq, yanğınların səbəbləri və yayılma mexanizmləri izah edilir, daha sonra bu yanğınların ətraf mühitə, insan sağlamlığına və iqtisadiyyata potensial təsirləri müzakirə olunur. Nəhayət, bu təsirlərin azaldılması və qarşısının alınması üçün nəzərdə tutulan qabaqlayıcı tədbirlər təhlil edilir. Mövzunun əhəmiyyətinə görə, tədqiqatın nəticələri fövqəladə halların idarə olunması, təhlükəsizlik tədbirləri və ətraf mühitin qorunması sahəsində böyük fayda verə bilər.

1. Yanğınların Səbəbləri və Mexanizmləri

Abşeronda neft-qaz obyektlərində yanğınların baş verməsi üçün bir çox səbəb mövcuddur. Əsas səbəblərdən biri, bu obyektlərin işləmə xüsusiyyətlərindən irəli gələn yüksək səviyyədə yanacaq və qaz sıxlığıdır. Yanğınlar əsasən aşağıdakı faktorlara görə baş verə bilər:

Təhlükəsizlik qaydalarının pozulması və texniki nasazlıqlar: Neft və qaz obyektlərində baş verən qəzalar, texniki nasazlıqlar və təhlükəsizlik qaydalarına əməl edilməməsi yanğınlara səbəb ola bilər. Xüsusilə, elektrik şəbəkəsində qısaqapanmalar, təzyiqin düzgün idarə edilməməsi və qaz sızmaları irimiqyaslı yanğınlar yarada bilər.

İnsan faktoru: İstismar zamanı işçilərin təhlükəsizlik qaydalarına əməl etməməsi, yanlış avadanlıq istifadəsi və ya diqqətsizlik yanğınlara səbəb ola bilər. Məsələn, qaynaq işləri və digər yüksək istilik əməliyyatları düzgün icra edilmədikdə, partlayışlar baş verə bilər.

Təbii amillər: Abşeron yarımadasında xüsusilə yay mövsümündə quru və isti iqlim şəraiti mövcuddur. Bu da yanğın riskini artırır. Həmçinin, ildırım vurması kimi təbii hadisələr də yanğınların baş vermə ehtimalını artıran amillərdəndir.

Yanğınların yayılma mexanizmi qaz və neftin yanma xüsusiyyətlərindən asılıdır. Qaz sızmaları zamanı buxarlar havada toplanır və kiçik bir qığılcım belə geniş miqyasda yanğına səbəb ola bilər. Neft obyektlərində isə neft və onun törəmələri yüksək istilik şəraitində tez alışan maddələrdir və yanğınların sürətlə yayılmasına şərait yaradır.

2. Ekoloji təsirlər

Yanğınlar Abşeron yarımadasının ekosistemlərinə ciddi ziyan vura bilər. Ətraf mühitin çirklənməsi və zərərli tullantıların yayılması nəticəsində flora və faunaya təsir göstərir. Əsas ekoloji təsirlər aşağıdakılardır:

Havanın çirklənməsi: Neft və qaz yanarkən atmosferə müxtəlif zərərli qazlar, o cümlədən karbon dioksid (CO_2), karbon monoksid (CO), kükürd oksidləri (SO_x), azot oksidləri (NO_x) və digər uçucu üzvi birləşmələr buraxılır. Bu qazlar yalnız ətraf mühitin çirklənməsinə səbəb olmur, həm də istixana effektini gücləndirərək qlobal istiləşməni sürətləndirir.

Su və torpağın çirklənməsi: Neft obyektlərində baş verən yanğınlar zamanı zərərli maddələr torpağa və yeraltı sulara sızır. Bu, su ehtiyatlarının çirklənməsinə və bitki örtüyünün məhv olmasına gətirib çıxara bilər. Yanğından sonra yaranan neft və kimyəvi maddə qalıqları uzun müddət ərzində ətraf mühitə təsir göstərir.

Biomüxtəlifliyin itirilməsi: Yanğınlar nəticəsində ətraf mühitin məhv olması biomüxtəlifliyin azalmasına gətirib çıxara bilər. Heyvanların yaşayış yerlərinin məhv edilməsi və bitkilərin yanması ekosistemin balansını pozur.

Yanğınların ekoloji nəticələrinin uzun müddətli olması potensialdır. Tullantıların təbiətdən çıxarılması uzun illər tələb edə bilər və nəticədə ətraf mühitin yenidən bərpası böyük çətinliklər doğurur. Bu təsirlər həm yerli əhalinin, həm də regionun iqtisadi fəaliyyətinin dayandırılmasına səbəb ola bilər.

3. İnsan Sağlamlığına Təsirlər

Abşeron yarımadasında baş verə biləcək irimiqyaslı yanğınlar insan sağlamlığı üçün ciddi

təhlükələr yaradır. Yanğınların sağlamlığa təsiri əsasən hava keyfiyyətinin pisləşməsi ilə bağlıdır. Tullantı maddələrin atmosferə yayılması tənəffüs yolları xəstəliklərinin və digər sağlamlıq problemlərinin artmasına səbəb ola bilər. Əsas təsirlər aşağıdakılardır:

Tənəffüs yolları xəstəlikləri: Yanğınlar zamanı atmosferə yayılan karbon monoksid və azot oksidləri kimi maddələr insan orqanizmi üçün zəhərlidir. Bu maddələr ağciyərlərə daxil olaraq astma, bronxit və digər xəstəliklərin inkişafına səbəb ola bilər. Xüsusilə yaşlılar, uşaqlar və zəif immunitet sistemi olan insanlar daha çox risk altındadır.

Ürək-damar xəstəlikləri: Havanın çirklənməsi yalnız tənəffüs yollarına deyil, həm də ürək-damar sisteminə mənfi təsir göstərə bilər. Uzun müddət çirkli hava ilə təmasda olmaq qan dövranı problemlərinin yaranmasına və infarkt riskinin artmasına səbəb ola bilər.

Psixoloji təsirlər: Yanğınlar yalnız fiziki sağlamlığa deyil, həm də insanların psixoloji vəziyyətinə mənfi təsir göstərə bilər. Yanğın təhlükəsi altında yaşamaq və ya yanğının nəticələri ilə üzləşmək, stress və narahatlıq səviyyəsini artırır. Bununla yanaşı, məcburi köçkünlük və yaşayış yerini itirmək də psixoloji travmalar yarada bilər.

4. Sosial-İqtisadi Təsirlər

İrimiqyaslı yanğınlar sosial və iqtisadi nəticələrə də səbəb ola bilər. Abşeron yarımadasında yerləşən neft-qaz obyektlərində baş verən yanğınlar həm regionda, həm də ölkə miqyasında iqtisadi itkilərə gətirib çıxara bilər:

İqtisadi itkilər: Neft-qaz obyektlərinin yanması nəticəsində böyük iqtisadi itkilər meydana gəlir. Yanğın nəticəsində obyektlərdə istehsal dayandırıla bilər, avadanlıqlar məhv ola bilər və böyük maliyyə xərcləri tələb edən bərpa işləri həyata keçirilə bilər. Bu isə həm dövlət, həm də özəl şirkətlər üçün böyük zərbədir.

İş yerlərinin bağlanması: Neft və qaz sənayesində çalışan işçilər üçün yanğınlar iş yerlərinin bağlanmasına və işsizliyin artmasına səbəb ola bilər. Bu isə regionda sosial gərginliyi artırır və yerli əhalinin iqtisadi vəziyyətinə mənfi təsir edir.

Məcburi köçkünlük: İrimiqyaslı yanğınlar zamanı yaxınlıqdakı yaşayış yerlərində yaşayan insanlar məcburi köçkün vəziyyətinə düşə bilər. Yanğının yayılması nəticəsində evlər məhv ola bilər və sakinlər təhlükəsizlik məqsədilə evakuasiya olunmağa məcbur qalır.

5. Qarşısının Alınması və Təsirlərin Azaldılması Üçün Tədbirlər

Abşeron yarımadasında yerləşən neft-qaz obyektlərində baş verə biləcək irimiqyaslı yanğınların təsirlərini minimuma endirmək üçün müvafiq qabaqlayıcı tədbirlərin görülməsi vacibdir. Bu tədbirlər həm yanğınların qarşısının alınmasına, həm də baş verəcək yanğınların daha effektiv şəkildə idarə olunmasına yönəldilməlidir. Aşağıda göstərilən əsas tədbirlər yanğın riskini azaltmaq və təsirləri minimuma endirmək üçün nəzərdə tutulmuşdur:

Təhlükəsizlik və texniki nəzarətin təkmilləşdirilməsi. Neft-qaz obyektlərində baş verə biləcək yanğınların qarşısının alınması üçün ilk növbədə texniki təhlükəsizlik sistemlərinin təkmilləşdirilməsi vacibdir. Buraya aşağıdakı tədbirlər daxildir:

Avadanlıqların periodik yoxlanması: Neft və qaz obyektlərində istifadə olunan bütün avadanlıqların vaxtaşırı texniki baxışdan keçirilməsi tələb olunur. Bu, mümkün nasazlıqların vaxtında aşkar edilməsi və aradan qaldırılması üçün vacibdir.

İnfrastrukturun modernləşdirilməsi: Köhnə avadanlıqlar və boru xətləri müasir texnologiyalarla əvəz edilməlidir. Xüsusilə, avtomatik yanğınsöndürmə sistemləri və qaz sızmalarını aşkar edən texnologiyaların tətbiqi yanğınların erkən aşkar edilməsi və qarşısının alınmasında mühüm rol oynayır.

Qaz sızmalarının aşkarlanması: Qaz sızmalarının qarşısını almaq üçün obyektlərdə müasir detektorlar və avtomatik nəzarət sistemləri quraşdırılmalıdır. Bu sistemlər qaz konsentrasiyasının artdığı halda xəbərdarlıq siqnalları verir və vaxtında müdaxilə etməyə imkan yaradır.

Fövqəladə hallar zamanı effektiv müdaxilə üçün yanğınsöndürmə xidmətləri müasir avadanlıqlarla təchiz edilməli və işçilər mütəmadi olaraq təlim keçməlidirlər.

Yanğınsöndürənlərin təlimləri: Yanğınsöndürmə heyəti irimiqyaslı neft və qaz yanğınlarına qarşı mübarizə aparmaq üçün xüsusi təlimlərə cəlb olunmalıdır. Bu təlimlər həm texniki bilikləri artırmalı, həm də fövqəladə hallarda sürətli və təhlükəsiz qərar qəbul etmə qabiliyyətini inkişaf etdirməlidir.

Yanğın avadanlıqlarının müasir texnologiyalarla təchiz olunması: Yanğınsöndürmə xidməti müasir su və köpüklü yanğınsöndürmə vasitələri ilə təmin edilməlidir. Böyük miqyaslı yanğınlarda bu vasitələrdən istifadə yanğının tez bir zamanda lokallaşdırılmasına kömək edir.

Neft-qaz obyektlərində baş verə biləcək yanğınların təsirlərini azaltmaq üçün fövqəladə hallar planlarının hazırlanması vacibdir. Bu planlar həm obyekt işçiləri, həm də yaxın ərazidə yaşayan insanlar üçün nəzərdə tutulmalıdır.

Evakuasiya planları: Yaxınlıqda yaşayan əhalinin təhlükəsizliyini təmin etmək üçün evakuasiya planları hazırlanmalı və mütəmadi olaraq təlimlər keçirilməlidir. Bu təlimlər insanların yanğın baş verən halda təxliyə yollarını və təcili vəziyyətlərdə necə davranacaqlarını bilmələri üçün mühümdür.

Yanğınsöndürmə xidmətlərinin fövqəladə hallara hazırlığı: Yanğın baş verən halda fövqəladə hallar xidmətləri vaxtında və effektiv müdaxilə üçün hazır olmalıdır. Böyük neft və qaz yanğınlarına qarşı mübarizə aparan xüsusi yanğınsöndürmə briqadalarının təchizatını və koordinasiyasını təmin etmək üçün müvafiq resurslar ayrılmalıdır.

Əhalinin maarifləndirilməsi və təhlükəsizlik qaydalarına riayət olunması. Yanğınların qarşısının alınması üçün yalnız texniki və təşkilati tədbirlər kifayət deyil. Yerli əhali və obyekt işçiləri də yanğın təhlükəsi barədə məlumatlandırılmalı və təhlükəsizlik qaydalarına ciddi şəkildə əməl etməlidirlər:

Təhlükəsizlik üzrə təlimlər: Neft və qaz obyektlərində işləyən işçilər mütəmadi olaraq təhlükəsizlik qaydaları və fövqəladə hallar zamanı necə davranmaq barədə təlim keçməlidirlər. Bu təlimlər yanğın baş verən halda işçilərin özlərini və digərlərini necə qoruyacaqlarını və obyektlərdəki yanğınsöndürmə vasitələrindən necə istifadə edəcəklərini öyrədir.

Əhali arasında maarifləndirmə kampaniyaları: Yanğın təhlükəsi olan ərazilərdə yaşayan insanlar arasında maarifləndirmə kampaniyaları keçirilməlidir. Bu kampaniyalar zamanı yanğın zamanı təhlükəsizlik tədbirləri, evakuasiya yolları və fövqəladə hallar xidməti ilə əlaqə saxlama qaydaları izah edilməlidir.

Beynəlxalq təcrübənin tətbiqi. Neft-qaz obyektlərində yanğın riskinin idarə olunması üzrə qabaqcıl beynəlxalq təcrübələrdən istifadə etmək də vacibdir. Müxtəlif ölkələrdə tətbiq olunan qabaqlayıcı tədbirlər və texnologiyalar öyrənilərək Azərbaycan şəraitinə uyğunlaşdırılmalıdır:

Beynəlxalq standartlara uyğun texnologiyaların tətbiqi: Neft və qaz obyektlərində istifadə olunan təhlükəsizlik sistemləri və yanğınsöndürmə avadanlıqları beynəlxalq standartlara uyğun olmalıdır. Bu, obyektlərdə mümkün yanğınların vaxtında aşkar olunmasına və yanğınla mübarizədə daha effektiv nəticələr əldə etməyə kömək edəcəkdir.

Beynəlxalq əməkdaşlıq və təcrübə mübadiləsi: Neft-qaz sənayesində təhlükəsizlik üzrə beynəlxalq təcrübə və bilik mübadiləsi üçün regional və beynəlxalq təşkilatlarla əməkdaşlıq gücləndirilməlidir. Xarici ekspertlər tərəfindən keçirilən təlimlər və seminarlar yerli

mütəxəssislərin bilik və bacarıqlarını artırmağa kömək edəcəkdir.

Nəticə

Abşeron yarımadasında yerləşən neft-qaz obyektlərində baş verə biləcək irimiqyaslı yanğınlar həm ekoloji, həm də sosial-iqtisadi baxımdan ciddi təhlükələr yaradır. Bu yanğınların təsirlərini azaltmaq və qarşısının alınması üçün müasir texnologiyaların tətbiqi, yanğınsöndürmə xidmətlərinin təkmilləşdirilməsi, fövqəladə hallar planlarının hazırlanması və əhalinin maarifləndirilməsi vacibdir. Yanğın riskini azaltmaq üçün texniki baxışlar və təhlükəsizlik tədbirlərinə riayət olunmalıdır. Neft-qaz obyektlərinin təhlükəsizlik səviyyəsini artırmaq yalnız regionun iqtisadiyyatına deyil, həm də insanların sağlamlığına və ətraf mühitin qorunmasına müsbət təsir göstərəcəkdir.

Yanğın riskinin idarə olunması üzrə beynəlxalq təcrübənin öyrənilməsi və tətbiqi, eləcə də fövqəladə halların qarşısının alınması üzrə əməkdaşlığın gücləndirilməsi Abşeronda daha təhlükəsiz və ekoloji cəhətdən davamlı sənaye mühitinin formalaşdırılmasına yardım edəcəkdir. Yanğın təhlükəsinə qarşı mübarizə aparmaq üçün həm hökumət, həm də sənaye sektorunun əməkdaşlığı vacibdir.

Ədəbiyyat

1. Karimov R. (2020). "Abşeron yarımadasında neft sənayesi və fövqəladə hallara hazırlıq tədbirləri." Neft Sənayesi İnnovasiya Mərkəzi Nəşriyyat.
2. International Association of Oil and Gas Producers (IOGP) (2019). "Safety and Emergency Response in Oil and Gas Operations." IOGP Report No. 434.
3. BP Azerbaijan (2019). Neft və qaz obyektlərində təhlükəsizlik tədbirləri və yanğın risklərinin azaldılması. BP Azerbaijan.
4. Azərbaycan Respublikası Fövqəladə Hallar Nazirliyi (2020). Neft-qaz sənayesində fövqəladə halların idarə olunması üzrə rəhbərlik. Bakı.
5. Baxışov, A. (2018). "Abşeron yarımadasında ekologiyanın qorunması və yanğın təhlükəsizliyi." Azərbaycan Ekologiya Jurnalı, 45(3), 54-67.
6. OECD (2016). "Risk Management of Large-Scale Industrial Accidents." OECD Publishing.
7. Hümbətov, S. (2022). "Neft və qaz yanğınlarının ekoloji və iqtisadi təsirləri." Azərbaycan Neft Akademiyasının Elmi Jurnalı, 17(2), 121-134.
8. *World Bank (2021)*. "Managing Industrial Risks in Oil and Gas Sectors: A Global Perspective." World Bank Publications.
9. Azərbaycan Respublikası Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyi (2021). "Neft-qaz obyektlərində ekoloji təhlükəsizlik üzrə standartlar." Bakı.
10. Smith, J. & Robinson, M. (2018). "Oil and Gas Industry Safety: Innovations and Challenges." Energy Policy Journal, 62(4), 97-113.

Impact of fires that may occur at Absheron's oil and gas facilities and measures to prevent them

Hijran Babayeva
Azerbaijan State Oil and İndustry University
babayeva.hicran@asoiu.edu.az

The oil and gas industry involves the extensive use and processing of flammable and explosive

substances and materials, making it one of the most hazardous sectors in terms of fire and explosion risks. Analysis of major industrial accidents and large-scale fires reveals that explosions of substantial volumes of vapor and gas emissions can lead to the destruction of not only industrial facilities and mines but also surrounding residential areas. These incidents pose significant challenges for containment and response efforts, often rendering traditional fire protection methods less effective.

A critical factor contributing to the limited effectiveness of fire and explosion prevention in such environments is the absence of comprehensive analytical assessments during the key stages of project development, including design, construction, commissioning, maintenance, and operational phases. Existing fire and explosion safety regulations do not fully address the specific protection requirements of various technological processes within the industry.

Therefore, a more profound and detailed study of the hazardous scenarios typical to specific production processes is essential for improving protection strategies. This approach allows for the identification of vulnerabilities and the development of targeted safety measures. One of the most promising strategies is the modeling of fire and explosion hazards. This method supports the design of more effective fire safety systems by providing a scientifically grounded basis for decision-making. It enables specialists to simulate potential incidents, evaluate risks accurately, and implement optimized safety solutions that enhance the overall resilience of industrial operations to fire and explosion threats.

Keywords: *fire, oil, gas, gas leaks, environment, pollution.*

Воздействие пожаров, которые могут произойти на нефтегазовых обьектах Абшерона и меры по их предотвращению

Хиджран Бабаева
Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности
babayeva.hicran@asoiu.edu.az

РЕЗЮМЕ

В нефтегазовой промышленности используется или перерабатывается большое количество легковоспламеняющихся и взрывоопасных веществ и материалов.

Анализ масштабных аварий и пожаров показывает, что при взрывах больших объемов парогазовых отходов обрушению подвергаются не только промышленные шахты и объекты, но и близлежащие жилые районы. Существует много сложностей, связанных с локализацией аварий, традиционные технические средства противопожарной службы менее эффективны в предотвращении подобных происшествий.

Недостаточная эффективность пожаровзрывоопасного производства обусловлена прежде всего отсутствием оценки аналитической величины пожаровзрывоопасности производства при проектировании, строительстве, учете, ремонте и эксплуатации.

Правила пожаровзрывобезопасности на производстве не в полной мере охватывают особенности пожаровзрывозащиты конкретных производств. Именно по этой причине углубленное изучение опасных ситуаций, характерных для типовых технологических процессов, считается основным рациональным направлением разработки эффективной пожаровзрывозащиты.

Моделирование пожароопасных ситуаций является способом обеспечения безопасности, позволяющим обосновать оптимальные решения, направленные на эффективную реализацию решений в области пожарной безопасности.

Ключевые слова: *пожар, нефть, газ, утечки газа, окружающая среда, загрязнение.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1732

ALTERNATIVE AND NON-STANDARD FOOD

Gunel Azizova[1], Konul İravanli[2], Aynur Mammadova[3], Samira Bayramova[4], Firangiz Ragimova[5], Lamiya Mammadova[6], Gunel Guliyeva[7], Guljannat Mammadova[8], Vusala Rzayeva[9]

Azerbaijan State Oil and Industry University, Faculty of Chemical Technology, Baku, Azerbaijan

Laboratory assistant[1,2,3,4,5,6,7,8,9]
[1]0000-0003-1913-4554, azizova.gunel@asoiu.edu.az
[2]0000-0002-9696-0887, konul.iravanli@asoiu.edu.az
[3]0000-0002-1938-1320, aynur.mammadova@asoiu.edu.az
[4]0009-0002-5960-5568, samira.bayramova@asoiu.edu.az
[5]0000-0002-7626-1472, firengiz.rehimova@asoiu.edu.az
[6]0009-0008-9116-1841, memmedova_lamia@mail.ru
[7]0009-0004-1253-770X, gunel.guliyeva@asoiu.edu.az
[8]0000-0001-9958-7232, gulcannat.mammadova.s@asoiu.edu.az
[9]0000-0003-4352-099X, vusale.rzayeva@asoiu.edu.az

ABSTRACT

It is believed that by 2050 the population of our planet will reach 9 billion people, and without the development of alternative sources of protein, people's needs cannot be met. Protein is the main building material for the human body, without it, growth, development and life in general are impossible. Today, the main sources of animal protein are meat, fish, dairy products, eggs. Alternative sources of protein include insect protein, artificial meat in vitro (in a test tube), plant proteins, algae. Throughout its history, humanity has sought to expand its diet. Current attempts to increase the food base are a continuation of the search for new food sources. Feeding and ensuring food security for all people in the world is a major challenge that needs to be addressed by the 2030 Agenda.

Undernutrition and obesity are the opposite of a healthy nutritional status. Both conditions are associated with an unbalanced diet, lack of food or excess consumption of non-nutritious foods. These two nutritional conditions, related to food production, are closely linked to some of the goals outlined by the United Nations in the 2030 Agenda for achieving sustainable global development. In this context, it is necessary to encourage the search for alternative foods whose sustainable production and high nutritional quality guarantee regular access to food for the population. Alternative foods can contribute to food security in many ways as they contribute to local economies and income generation. Popularizing and demystifying the use of non-traditional food plants, native grains, flowers, meliponae products and edible insects as sources of nutrients and non-nutritious substances is another challenge. Here we present an overview of alternative foods - some of them grown mainly in Brazil - that can be explored as sources of nutrients to combat hunger and malnutrition, improve food production and economic growth in countries.

Key words:alternative, food, native, protein, substance.

INTRODUCTİON

There are many reasons why people choose to eat alternative foods. Some of them include:

- to address health concerns, such as allergies to certain foods or lactose intolerance;
- to try something new or learn more about your body and nutritional needs;
- social influence: to join a group of people who eat a certain diet, such as vegetarians or vegans;
- environmental: to reduce your carbon footprint;
- ethical: to stop exploiting animals.

Alternative Diets: Examples and Analysis

1. Veganism- is a diet that excludes all animal products, including meat, fish, dairy products, eggs and honey.

Pros	Cons
1.Reduced risk of heart and vascular disease, as well as certain types of cancer.	1.Deficiency of vitamins B12, D, calcium, iron, zinc and other nutrients.
2.Improved digestion.	2.The danger of protein and fat deficiency.
3.Reducing environmental impact	3.Potentially increased risk of developing eating disorders such as bulimia or anorexia.

2. Raw foodism is a diet based on eating raw, unprocessed foods such as fruits, vegetables, nuts and seeds.

Pros	Cons
1. Lots of antioxidants, vitamins and minerals.	1. Not enough calories and proteins.
2. Reduction of inflammatory processes in the body.	2. Lack of vitamin B12, calcium and iron.
3. Improving bowel function.	3. Risk of bacterial infections and food poisoning.

3. Ayurvedic diet is a diet based on the principles of Ayurveda, an ancient Indian medical system that offers nutrition depending on the constitution of the body and its disorders.

Pros	Cons
1.An individual approach to nutrition that takes into account the needs of the body.	1. Dietary restrictions that are often difficult to adhere to.
2. A balanced diet that includes a wide range of foods.	2. Lack of scientific evidence to support the diet's effectiveness.
	3. High cost of Indian spices and herbs.

4. The Paleo diet is a diet based on the assumption that modern humans should eat the same way as their ancient ancestors: meat, fish, vegetables, fruits, berries, and nuts. At the same time, products that appeared as a result of agriculture and the industrial revolution should be completely excluded.

Pros	Cons
1.Reduced risk of lifestyle-related diseases such as obesity, diabetes and cardiovascular disease.	1. Limiting food choices can lead to nutrient deficiencies.
2. Improved cholesterol levels and insulin resistance.	2. The risk of consuming excess animal fats and proteins.
3. Increase the amount of dietary fiber and unsaturated fats.	3. Lack of scientific evidence to support the diet's long-term effectiveness.

5. A gluten-free diet is a diet that excludes wheat, barley, rye, and other grains that contain gluten. This diet is often used by people with celiac disease or gluten sensitivity.

Pros	Cons
1.Reduced symptoms of celiac disease, gluten intolerance and other gluten-related disorders.	1.Limited food choices, which can lead to nutritional deficiencies.
2. Improved skin and bowel function.	2. Risk of consuming excess sugar, fat, and salt, which are used in gluten-free products.
3.Increased energy levels.	3.High cost of gluten-free products.

Insects The use of protein obtained from insects is gaining momentum all over the world.

According to modern data, there are about three thousand species of insects suitable for human consumption. They are mostly common in Africa, Asia, and South America.

Some species of insects have already been approved for food use in Europe. Thus, EU experts suggest mealworms as a source of protein for enriching cookies, pasta, or bakery products. According to an article published by the National Library of Medicine, freeze-dried yellow mealworm larvae contain up to 33% fat and 43% protein based on dry matter.

Today, technologies have been developed that allow us to extract purified protein from insects and add it to food products, thereby enriching them, that is, increasing their nutritional value. In many countries, including Russia, insect farms are expanding to meet the growing demand for insect protein for animal feed, food and beverages, additives, and so on. For example, in May 2022, the first cricket farm in the country opened in the Novosibirsk Region.

The farm's goal was to introduce a new source of protein to the Russian feed component market. Insect products that enter the food market undergo all the necessary checks, and you can

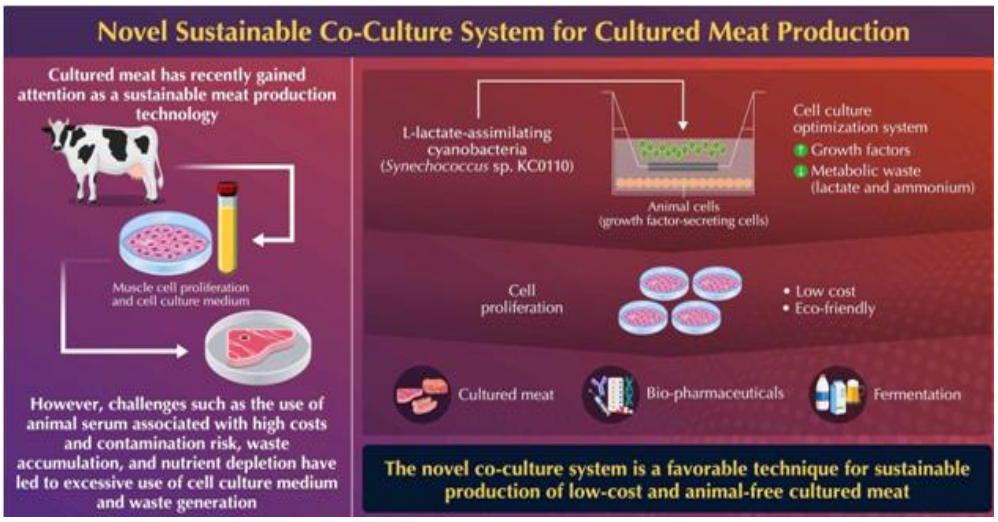
be sure of their safety. In most countries, insects are not considered food, but some species are rich in protein, fat, calcium, iron, zinc and other useful elements. Today, manufacturers are interested in insects because it is cheaper to obtain protein this way than from other sources. According to research, producing one kilogram of protein from insects requires 500 times less water, 12 times less feed and 10 times less land than producing a kilogram of beef. Researchers call obtaining protein from insects one of the main trends of the future. According to forecasts, this market will grow by an average of 37.5% per year until 2025, and there are already many farms in Europe growing insects..

Artificial meat and fish. The goal of producing meat and fish in a laboratory is to recreate muscle structure using a few stem cells. Since the 19th century, doctors and scientists have grown cells for purposes such as organ transplants, vaccine development, and cancer research. Now these technologies are also used in agriculture.

Growing meat or fish "in a test tube" does not require a long wait. For example, salmon for sushi grows from four to six weeks, which is much faster than its natural maturation. At the same time, lab-grown seafood does not contain heavy metals such as mercury, which are accumulated by fish in the natural environment.

However, another problem arises when producing cellular products - usually their texture is similar to something like minced meat. But some companies have learned to use it to print products of a familiar shape on a 3D printer. There are technologies that allow you to immediately get a product suitable for cooking. With other methods of 3D printing fish or meat, they still have to mature in an incubator.

Cultured meat. Cultured meat, which until recently seemed like an element of science fiction films, has long been a reality. It is produced using animal cells - for example, cows - multiplying them in laboratory conditions. A steak from a laboratory has no bones, tendons or fat, but the nutritional and taste properties of meat are preserved. Also, artificial meat cannot contain parasites and antibiotics, and manufacturing companies often focus on safety. In addition, such meat is much more environmentally friendly than regular meat: traditional livestock farming produces a huge amount of the greenhouse gas methane, comparable in volume to the emissions of passenger cars.



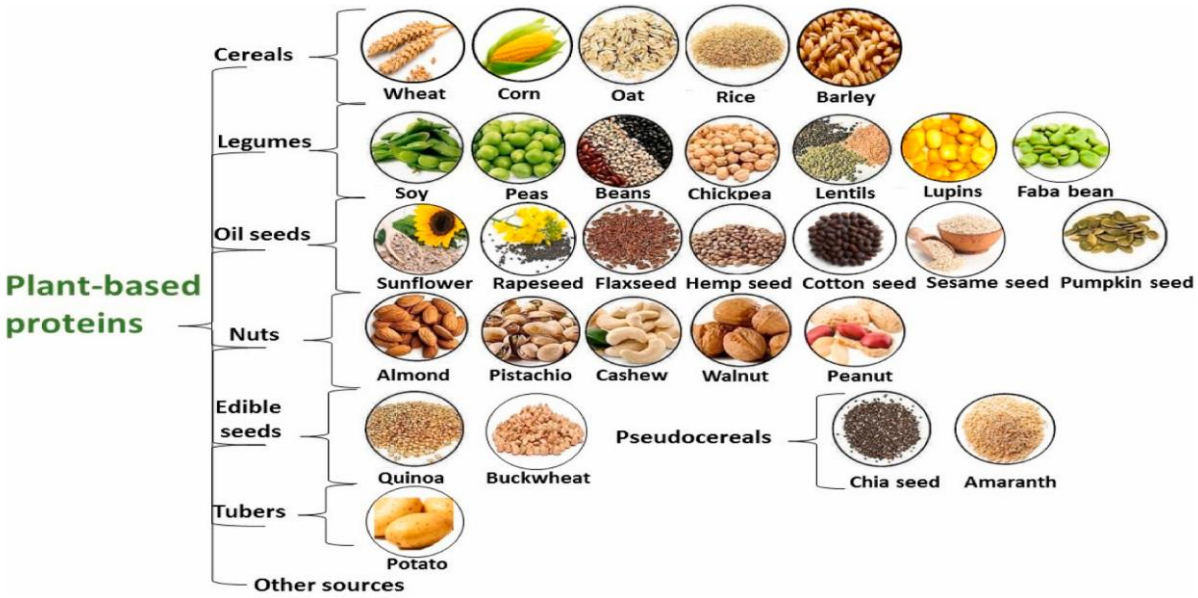
According to Forbes, as of early 2022, about 70 companies around the world produce cultured meat, although just 10 years ago this was simply unimaginable. Growing artificial meat was an incredibly complex and expensive process: the first burger with lab-grown meat (it was presented at a conference in London in 2013) cost $375,000 to produce. A kilogram of artificial meat cost about $2.3 million. By 2020, its cost had dropped to $22.43, and burgers and other dishes made from lab-grown meat appeared on the menus of many restaurants, including Russian ones. So far, artificial meat is still significantly more expensive than regular meat (the cost of a kilogram of Australian beef is about $1.20), but the cost of producing artificial meat continues to fall, and at some point the prices should equalize.

Algae. Scientists see the potential to save the planet from hunger not only in laboratory work, but also in the search for nutritious products that for some reason are little used. One example is algae. They grow quickly and do not require large areas for cultivation.
For example, giant kelp can grow 3 meters in a day.

Algae farms on an area of 2% of the World Ocean can produce protein for 12 billion people. Seaweed, nori or wakame, which are often used in Asian cuisine, are an example of macroalgae. They are used to produce protein powder, and then meat, fish, milk, and cheese.

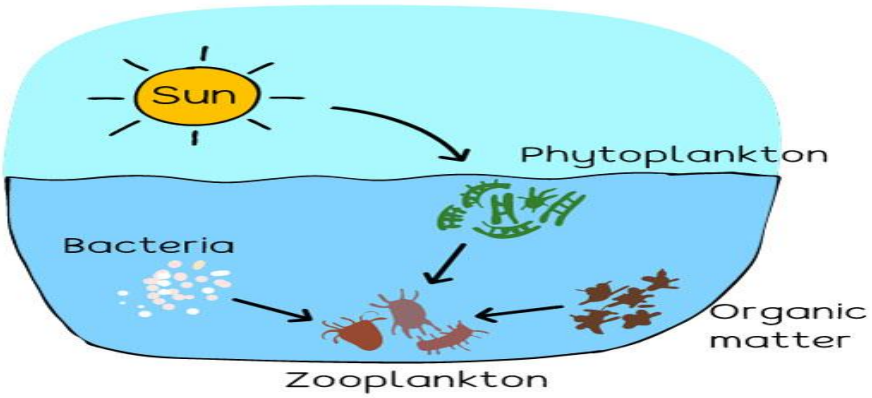
Microalgae are a promising source of protein. These are freshwater and marine microorganisms consisting of a single cell. They have nutritional value and biologically active properties: antioxidant effect, bacteriostatic, immunomodulatory and anti-inflammatory. The difficulty is that most types of microalgae have rigid cell walls, which makes it difficult to extract protein. Various methods of influencing microalgae cells are being studied. The most promising is the effect of ultrasound. Among the microalgae cultivated on a mass scale, the most well-known are the microalgae chlorella and the cyanobacterium spirulina. They are used for various purposes, in particular as a food additive.

Plant proteins. Plant meat is a substitute for animal meat made from plant ingredients (such as soy). Soy protein has a unique amino acid composition that is almost as good as animal proteins. Soy meat products and plant milk are already quite popular and, according to experts, will eventually take up a larger share of the market. The production of plant protein products pollutes the environment less than industrial livestock farming.



Plant-based milk. It may seem that plant-based milk has long filled store shelves, but in fact its share is only about 1% of the market. At the same time, experts predict that by 2025 the volume of the plant-based milk market in Russia will grow to 14 billion rubles. It is not only about the fashion for refusing animal products, but also about ecology. In 2018, scientists from Oxford found that the carbon footprint from producing one glass of cow's milk is three times greater than from the same volume of its plant-based counterpart. In addition, much less land and water are needed to produce plant-based milk, which makes its production attractive for business, so in the near future, soy or almond milk will become completely commonplace and may even displace regular milk.

Phytoplankton. Phytoplankton — algae and cyanobacteria (spirulina) — is an incredibly nutritious and healthy food. It has long been part of haute cuisine, but has every chance of becoming a mass product. The thing is that it is rich in minerals, iron, calcium, phosphorus, iodine, magnesium, potassium, fatty acids and vitamins E and C. Some producers grow it on farms, and although relatively small quantities are grown this way (for restaurants and dietary supplement manufacturers), researchers expect this industry to grow in the future



.

Food in pills. This is one of the most controversial and at the same time mind-blowing trends. Many science fiction writers and screenwriters assumed that in the future, it would be enough to take a pill to feel full: this can be seen in Doctor Who, The Fifth Element and other TV series and films.

In reality, everything turned out to be a little more complicated. The production of food in pills that completely provide a person with everything necessary is theoretically possible, but so far it has not become a mass phenomenon. Some scientists and entrepreneurs are trying to fix this - for example, the founder of the Food Pill Diet startup Dan McGuire. McGuire's idea is that with the right combination of proteins, fats and carbohydrates, a person can get everything necessary from pills - including calories. The capsules he created have no taste, which means there will be no desire to eat more than required. McGuire himself gained weight after an injury and, testing the pills on himself under the supervision of doctors, he was able to lose weight and normalize his blood pressure. Other important health indicators also remained normal. There are quite a few such projects, and so far none have become a truly noticeable phenomenon, but many researchers point out that it is only a matter of time.

One of the serious global problems is the depletion of the planet's resources. If we add to this the increase in population and climate change, which leads to soil degradation, droughts and reduced

crop yields, then soon humanity may face a food shortage

To solve this problem, many companies are developing new generation products that could eventually replace natural meat and other food. This industry is currently in its early stages of development, but its potential is quite extensive.

Sausages from the laboratory of the British company Ivy Farm could become such alternative products: animal cells are placed in a bioreactor, a mixture of vitamins and minerals is added, and the production process is launched for four weeks. Experts claim that the sausages do not differ in taste from natural meat, and also contain more nutrients than pork.

Another breakthrough in the field of cultured meat production is printed food. For example, the Israeli company MeaTech printed a steak weighing about 100 g on a bioprinter. The steak consists of real muscle and fat cells obtained from cow tissue samples. The stem cells of this animal were included in "bio-ink", which was then placed in a special 3D printer.

Scientists from the French startup Gourmey have created an alternative foie gras. Stem cells from duck eggs were used in the production of the product. These cells are extracted and then various nutrients are added to them, including proteins, amino acids and lipids.

Discoveries in the field of alternative nutrition have affected not only meat, but also dairy products, desserts and drinks. For example, scientists from the American company Perfect Day managed to identify the gene that codes for whey protein in cow's milk. They introduced this gene into a fungus, placed it in a fermentation dish and grew it for some time. During the growth process, whey protein was produced, which was then filtered, dried to a powder state and added to cheeses, yogurts and ice cream. Fungal protein does not contain lactose, hormones and cholesterol, but is still not suitable for people with allergies to dairy products.

Alternative coffee is also grown in laboratories, the taste of which is no different from the real thing. Scientists from Finland cultivate coffee plant cells, place them in bioreactors, and the result is biomass, which is first dried and then roasted until dark brown.

And in Switzerland, scientists from the University of Zurich created chocolate in a test tube. They grew a solid fungal growth called callus, placed it in a flask with a special medium and multiplied it in a bioreactor. You can make as much chocolate as you want from the resulting cells. Scientists compare them to sourdough or kefir fungus.

Another promising source of food in the future is seaweed. Since these plants can survive in conditions of insufficient sunlight, they will become salvation for humans in the event of global cataclysms. Some algae have beneficial properties: they contain magnesium, zinc, vitamin B12, iodine and polyunsaturated fatty acids. It is not for nothing that they are used in cooking. By the way, to organize farms that cultivate algae, large areas or high technologies are not required.

REFERANS

1. Bannerman, E. & McDermott, K. (2011) Dietary and fluid intakes of older adults in care homes requiring a texture modified diet: the role of snacks. *Journal of the American Medical Directors Association*, 12(3), 234–239. https://doi.org/10.1016/j.jamda.2010.06.001
2. Vigani et al., 2012 M. Vigani, V. Raimondi, A. Olper nternational trade and endogenous standards: The case of gmo regulations World Trade Review, 11 (03) (2012), pp. 415-437
3. Alberts H.C., Cidell J.L.. 2006. Chocolate Consumption, Manufacturing, and Quality in Europe and North America. *Geography* 91 3: 218–26.
4. Chiputwa B., Qaim M.. 2016. Sustainability Standards, Gender, and Nutrition among Smallholder Farmers in Uganda. *Journal of Development Studies* 52 9: 1241–57.

5. Ballarini, Y., M. R. Frizzas, and M. Â. Marini. 2013. Stomach contents of Brazilian non-passerine birds. *Revista Brasileira de Ornitologia* 21: 235–242.
6. Cottam, C., J. J. Lynch, and A. L. Nelson. 1944. Food habits and management of American Sea Brant. *Journal of Wildlife Management* 8: 36–56.

Alternativ və qeyri-standart qida

Günel Əzizova[1], Könül İravanlı[2], Aynur Məmmədova[3], Samirə Bayramova[4], Firəngiz Rəhimova[5], Lamiyə Məmmədova[6], Günel Quliyeva[7], Gülcənnət Məmmədova[8], Vüsalə Rzayeva[9]

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti Kimya Texnologiya Fakultəsi
[1]0000-0003-1913-4554, azizova.gunel@asoiu.edu.az
[2]0000-0002-9696-0887, konul.iravanli@asoiu.edu.az
[3]0000-0002-1938-1320, aynur.mammadova@asoiu.edu.az
[4]0009-0002-5960-5568, samira.bayramova@asoiu.edu.az
[5]0000-0002-7626-1472, firengiz.rehimova@asoiu.edu.az
[6]0009-0008-9116-1841, memmedova_lamia@mail.ru
[7]0009-0004-1253-770X, gunel.guliyeva@asoiu.edu.az
[8]0000-0001-9958-7232, gulcannat.mammadova.s@asoiu.edu.az
[9]0000-0003-4352-099X, vusale.rzayeva@asoiu.edu.az

XÜLASƏ

Hesab edilir ki, 2050-ci ilə qədər planetimizin əhalisi 9 milyard nəfərə çatacaq və alternativ zülal mənbələri inkişaf etdirilmədən insanların ehtiyaclarını ödəmək mümkün olmayacaq. Protein insan orqanizmi üçün əsas tikinti materialıdır, onsuz böyümə, inkişaf və ümumiyyətlə həyat mümkün deyil. Bu gün heyvan zülalının əsas mənbələri ət, balıq, süd məhsulları, yumurtadır. Alternativ zülal mənbələrinə həşərat zülalı, in vitro süni ət (bir sınaq borusunda), bitki zülalları, yosunlar daxildir. Tarix boyu bəşəriyyət öz pəhrizini genişləndirməyə çalışıb. Hazırkı ərzaq bazasını artırmaq cəhdləri yeni qida mənbələri axtarışının davamıdır. Dünyadakı bütün insanların qidalanması və ərzaq təhlükəsizliyinin təmin edilməsi 2030 Gündəliyi tərəfindən həll edilməli olan əsas problemdir.

Yetərsiz qidalanma və piylənmə sağlam qidalanma vəziyyətinin əksidir. Hər iki vəziyyət balanssız bir pəhriz, qida çatışmazlığı və ya qeyri-qidalı qidaların həddindən artıq istehlakı ilə əlaqələndirilir. Qida istehsalı ilə bağlı bu iki qidalanma şəraiti davamlı qlobal inkişafa nail olmaq üçün Birləşmiş Millətlər Təşkilatının 2030-cu il Gündəmində qeyd etdiyi bəzi məqsədlərlə sıx bağlıdır. Bu kontekstdə davamlı istehsalı və yüksək qida keyfiyyəti əhalinin qidaya müntəzəm çıxışını təmin edən alternativ qidaların axtarışını təşviq etmək lazımdır. Alternativ qidalar yerli iqtisadiyyata və gəlir əldə etməyə töhfə verdiyi üçün ərzaq təhlükəsizliyinə bir çox cəhətdən töhfə verə bilər. Qeyri-ənənəvi qida bitkilərinin, yerli taxılların, çiçəklərin, meliponae məhsullarının və yeməli həşəratların qida və qeyri-qidalı maddələrin mənbələri kimi istifadəsinin populyarlaşdırılması və gizlədilməsi başqa bir problemdir. Burada biz alternativ qidaların icmalını təqdim edirik - onlardan bəziləri əsasən Braziliyada yetişdirilir - onlar aclıqla və qidalanma ilə mübarizə aparmaq, qida istehsalını və ölkələrdə iqtisadi artımı yaxşılaşdırmaq üçün qida mənbəyi kimi araşdırıla bilər.

Açar sözlər: *alternativ, qida, təbii, protein, maddə.*

Альтернативное и нестандартное питание

Гюнель Азизиова[1], Кенул Ираванлы[2], Айнур Маммадова[3], Самира Байрамова[4], Фирангиз Рагимова[5], Ламия Маммадова[6], Гюнель Гулиева[7], Гулджаннат Маммадова[8], Вусала Рзаева[9]
Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности,
факультет Химической Технологии, Баку, Азербайджан
[1]0000-0003-1913-4554, azizova.gunel@asoiu.edu.az
[2]0000-0002-9696-0887, konul.iravanli@asoiu.edu.az
[3]0000-0002-1938-1320, aynur.mammadova@asoiu.edu.az
[4]0009-0002-5960-5568, samira.bayramova@asoiu.edu.az
[5]0000-0002-7626-1472, firengiz.rehimova@asoiu.edu.az
[6]0009-0008-9116-1841, memmedova_lamia@mail.ru
[7]0009-0004-1253-770X, gunel.guliyeva@asoiu.edu.az
[8]0000-0001-9958-7232, gulcannat.mammadova.s@asoiu.edu.az
[9]0000-0003-4352-099X, vusale.rzayeva@asoiu.edu.az

РЕЗЮМЕ

Считается, что к 2050 году население нашей планеты достигнет 9 миллиардов человек, и без развития альтернативных источников белка невозможно будет удовлетворить потребности людей. Белок — это основной строительный материал для человеческого организма, без него невозможны рост, развитие и, в целом, жизнь. Сегодня основными источниками животного белка являются мясо, рыба, молочные продукты, яйца. К альтернативным источникам белка относятся белок насекомых, искусственное мясо, выращенное в пробирке, растительные белки, водоросли. На протяжении всей своей истории человечество стремилось расширить свой рацион. Современные попытки увеличить продовольственную базу являются продолжением поиска новых источников пищи. Обеспечение питанием и продовольственная безопасность для всех людей в мире — это одна из важнейших задач, обозначенных в Повестке дня до 2030 года.

Недоедание и ожирение — это противоположности здорового питания. Обе эти проблемы связаны с несбалансированным рационом, либо нехваткой пищи, либо чрезмерным потреблением непитательных продуктов. Эти два состояния питания, связанные с производством пищи, тесно связаны с некоторыми целями, сформулированными Организацией Объединённых Наций в Повестке дня до 2030 года для достижения устойчивого глобального развития. В этом контексте необходимо поощрять поиск альтернативных продуктов питания, устойчивое производство которых и высокая питательная ценность могут гарантировать регулярный доступ населения к еде. Альтернативные продукты питания могут способствовать продовольственной безопасности различными способами, поскольку они развивают местные экономики и создают источники дохода. Популяризация и устранение предубеждений в отношении использования нетрадиционных пищевых растений, местных злаков, цветов, продуктов мелипониновых пчёл и съедобных насекомых как источников питательных и непитательных веществ — ещё одна задача. В этом обзоре мы представляем альтернативные продукты питания — некоторые из них в основном выращиваются в Бразилии — которые могут использоваться в качестве источников питательных веществ для борьбы с голодом и недоеданием, улучшения производства пищи и экономического роста в странах.

Ключевые слова: *альтернативный, пища, натуральный, белок, вещество.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1741

DISPOSAL OF USED VEGETABLE OIL BY PROCESSING INTO BIODIESEL

Fariz Amirli[1], Gunel Azizova[2], Aynur Mammadova[3]

Azerbaijan State Oil and Industry University
[1]orcid.org/0000-0002-9095-2982, fariz.emirov@asoiu.edu.az
[2]orcid.org/0000-0003-1913-4554, azizova.gunel@asoiu.edu.az
[3]orcid.org/0000-0002-1938-1320, aynur.memmedova@asoiu.edu.az

Abstract

Diesel fuel, obtained from oil, is the most widely used type of fuel in the world, its consumption has reached 934 million tons per year [1]. It is believed that, given the further growth in the consumption of petroleum fuels, the shortage of oil resources will begin to be felt in the next decade [2]. Therefore, interest in alternative motor fuels is growing in many countries [3]. An alternative diesel fuel is biodiesel - a mixture of monoalkyl esters of fatty acids obtained from vegetable or animal fats. Biodiesel production is based on renewable raw materials, the resources of which can be quickly increased. At the same time, an important environmental problem is solved - a decrease in the emission of greenhouse gases (CO2, etc.) into the atmosphere by 3.5-4.6 times compared to petroleum diesel fuel [2]. In addition, biodiesel is non-toxic and easily decomposes in the environment.

Key words: *disel, biodiesel, vegetable oil, alternative diesel, disposal.*

INTRODUCTION

The growth of biofuel consumption is usually associated with the possibility of a sharp rise in agriculture: the involvement of idle land in production, an increase in the area of sown land, an increase in employment in rural areas, and sustainable sales of agricultural products, including genetically modified ones. Indeed, a sharp increase in the production of oilseed crops, especially rapeseed, has been observed in the world in the last decade. The total production of biodiesel in the world in 2006 exceeded 6 million tons [3]. However, the growth in the use of vegetable oil, as well as grain, potatoes, and some other agricultural products for energy purposes has exacerbated16 the problem of food shortages, which was one of the reasons for the increase in food prices in many countries in 2007–2008. Therefore, the governments of a number of countries have recognized the use of food raw materials to obtain biofuels as an uncivilized and inhumane course of action [2]. The task has been set of switching to second-generation biofuels, the production of which will be based on non-food types of raw materials.

When selecting raw materials for the production of second-generation biodiesel, it is necessary to take into account economic indicators. Until now, the cost of biodiesel has remained higher than the cost of diesel fuel obtained from oil. At the same time, the cost of raw materials reaches 80% of the cost of biodiesel as a final product [4]. Therefore, the cost of biodiesel can be significantly reduced if waste products are used as raw materials, for example, waste oil after frying food products [5, 6]. The question of waste oil resources arises. According to data provided

in [7], in the EU countries the amount of waste oil is 700-1000 thousand tons per year. According to estimates [1], in Canada it is possible to produce from waste edible oil such an amount of biodiesel that will replace 5% of the total need of this country for biodiesel. Of course, such an amount of biodiesel can only be considered as an additive to traditional diesel fuel. However, adding just 1% biodiesel to diesel fuel significantly increases its lubricating ability [7, 8]. The problem of reducing the lubricating ability of traditional diesel fuel arose due to its deep purification from sulfur impurities [9].

Recycling of used vegetable oil reduces the risk of human exposure to toxic substances that accumulate in oil during its heat treatment (160–200 °C) in the presence of atmospheric oxygen and water. Under the influence of water vapor generated during cooking, hydrolysis of triglycerides occurs, accompanied by the formation of free fatty acids, glycerol, monoglycerides and diglycerides. At elevated temperatures (180 °C) in the absence of oxygen, normal alkanes, alkenes, fatty acids with a shortened carbon chain, symmetrical ketones, oxopropyl ethers, CO and CO_2 are formed. Unsaturated fatty acids then form mainly dimers 17 and polycyclic compounds [11]. In air, fatty acids can interact with O_2 via a free radical mechanism. The hydroperoxides formed in this process can react further to form isomeric hydroperoxides containing conjugated diene groups. The resulting alkoxy radicals form hydroxy or keto derivatives. Aldehydes, hydrocarbonates, and acids are formed with the participation of alkoxy radicals. In the presence of excess oxygen, alkoxy and peroxy radicals can transform into dimeric and oligomeric compounds. Some of these compounds are toxic. In addition, the toxicology of many of the resulting compounds has not been fully elucidated [12].

Repeated or long-term (for several weeks) use of vegetable oil for cooking leads to its deep chemical and physicochemical transformations. Viscosity, color, surface tension change, the probability of saponification increases. Oil quality is controlled by the content of polar substances in it, which in the original oil is usually 0.4–6.4 mg/100 g. In EU countries, an increase of 25% is allowed for this indicator [13]. At the same time, it has been established that in sunflower oil after 20-fold use in the process of thermal cooking, the content of polar substances increases by 640% [11]. The risk to human health when consuming food prepared in repeatedly used oil increases especially when oil quality control is weakened. Timely disposal of used oil will reduce the risk of food with toxic impurities entering the human body. When processing waste vegetable oil into biodiesel, the presence of toxic impurities in the raw material becomes less relevant. According to a number of researchers [5, 6, 14], the main negative impact on biodiesel production technology is the presence of free fatty acids and water in the lipid raw material. Research in this direction is just beginning and many technological dependencies have not yet been established.

The objective of this work is to compare samples of natural and waste sunflower oil by their composition, including the content of fatty acids, and, taking into account the obtained data, to select a process for processing waste oil into biodiesel, which is a mixture of ethanol and fatty acid esters.

Experimental methods

Object of study: refined sunflower oil according to GOST 52462–2005 (MPP) and waste sunflower oil – food production waste of a public catering plant (PPP). The main characteristics of the oil samples were monitored according to GOST R 52110–2003 and GOST 5472–50. The fatty acid content in the oil samples was determined after converting them into methyl esters using gas chromatography according to GOST R 51483–99. The analysis was performed using a

Crystal-5000.2 gas chromatograph (ZAO SKB Khromatek, Russia) with a capillary column HP FFAP 50 m × 0.32 mm × 0.5 μm and a flame ionization detector (FID), the carrier gas was helium. The obtained chromatograms were processed using the Khromatek Analyst 2.5 program (ZAO SKB Khromatek, Russia). Methyl and ethyl esters of fatty acids were used as standards. The acid number of the oils was determined by acid-base titration in an alcohol-ether medium using phenolphthalein as an indicator.

The preparation of ethanol and fatty acid esters was carried out in a reactor, which was a 350 ml glass vessel equipped with a paddle stirrer with an adjustable speed in the range of 50–2500 rpm. The reactor had three additional outlets for installing a thermometer, a reflux condenser, and sampling. An electric heater was used to achieve and maintain the reagent temperature at a given level.

Experimental results and discussion.

Direct use of waste sunflower oil for biodiesel production was impossible. It contains suspended solids, thermal decomposition products of triglycerides, and water impurities. Therefore, the oil was pre-treated. First, the oil was settled to remove the bulk of water and large particles. Then it was filtered from smaller particles through a fabric filter. NaCl (0.7 wt.%) was added to the oil to coagulate the colloidal particles. After mixing and settling, the colloidal particles precipitated and a transparent layer of dark orange oil formed.

In sunflower oil samples - natural refined (NRP) and waste after pre-treatment (WPP) - the content of fatty acids in the bound state (in the composition of triglycerides) and free (expressed by the acid number) was determined. The results of the analysis are given in the table.

Comparison of the results of the analysis of the composition of NRP and WPP samples shows that heat treatment of sunflower oil during cooking leads to a slight decrease in the content of unsaturated fatty acids, but the corresponding indicators remain within the limits provided by GOST 52465-2005 for refined oil. At the same time, a significant increase in the content of free fatty acids in the oil is noteworthy. This indicator largely determines the choice of technology for processing oil into biodiesel.

Results of analysis of sunflower oil samples

Indicator	NRP	WPP	Standard according to GOST 52465–2005 for refined oil
Palmitic acid (C16:0)	9,4	10,5	5,5–7,6
Stearic acid (C18:0)	3,8	5,5	3,5–6,5
Oleic acid (C18:1)	24,3	35,0	13,0–38,4
Linoleic acid (C18:2)	60,1	48,6	48,3–77,0
Other fatty acids	2,6	2,9	0,3–3,6
Acid number, mg KOH/g	0,4	1,1	Не более 0,4

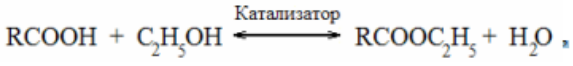
The processing of vegetable oils into biodiesel is based on the transesterification reaction of oil triglycerides with the participation of low-molecular monohydric alcohols (methanol, ethanol, butanol), leading to the formation of a mixture of monoalkyl esters of fatty acids and glycerol. The transesterification reaction proceeds slowly, and catalysts are used to accelerate it. Common catalysts for the reaction are strong bases and acids [15]. In general, the transesterification reaction is expressed by the equation



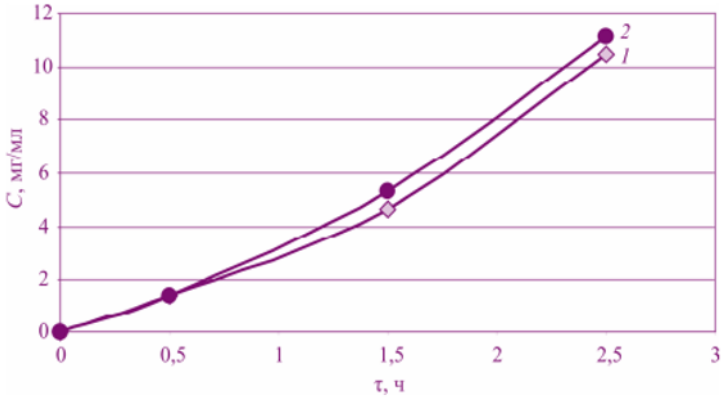
A higher rate of transesterification reaction is observed under basic catalysis conditions and lower under acidic conditions, however, other factors also influence the choice of catalyst. Thus, under basic catalysis conditions, the original oil should not contain free fatty acids. According to this indicator, waste sunflower oil (sample MPO) does not meet the requirements of the technology using basic catalysis, and for its processing, technology with acid catalysis was chosen. The content of free fatty acids is also strictly regulated in the composition of biodiesel (no more than 0.8 mg KOH/g according to ATSM D 6751 [5]).

The conditions for implementing acid catalysis were selected taking into account the literature data for the processes of processing conventional (not subjected to heat treatment) oils [15]. H2SO4 (1 mol.%) was used as a catalyst. Its residues are easily removed from the reaction products in the form of CaSO4 (gypsum). To obtain monoalkyl ethers, ethanol was used at an oil:alcohol ratio of 1:30. The process was carried out in a reactor at a temperature of 78 °C, the stirrer rotation speed was 100 rpm. Kinetic curves characterizing the change in the concentration of ethyl esters of fatty acids (C) depending on the interaction time (τ) for MPP and MPO samples are shown in Fig. 1.

It is noteworthy that the yield of ethyl esters of fatty acids during the interaction with ethanol of the MPO sample is increased compared to the MPP sample. This can be explained by the fact that the MPO sample contains free acids that are capable of participating in the esterification reaction under acid catalysis conditions [16]:



where R is a hydrocarbon radical of a fatty acid.



Pic.1 Dependences of C on τ for samples MPP (1)and MPO (2)

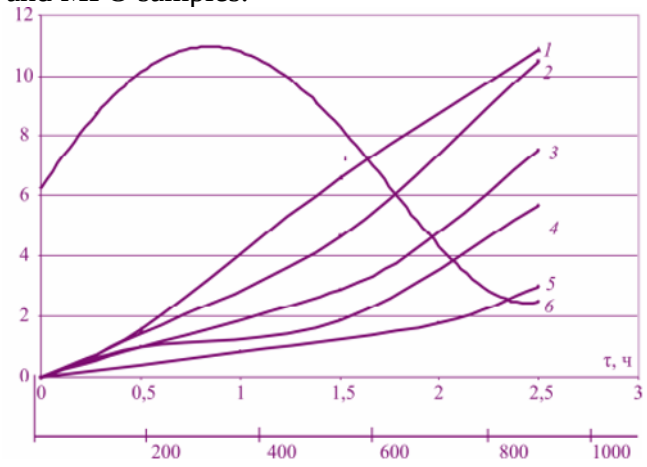
The transesterification reaction is not inhibited.

The low rate of the transesterification reaction is due, in particular, to the poor miscibility of alcohols with oil [6]. Therefore, mechanical mixing of the phases was used to intensify the interaction process. The experimental results, expressing the dependence of the concentration of ethyl esters of fatty acids (C) on the interaction time (τ) at different stirrer rotation speeds (ν), are

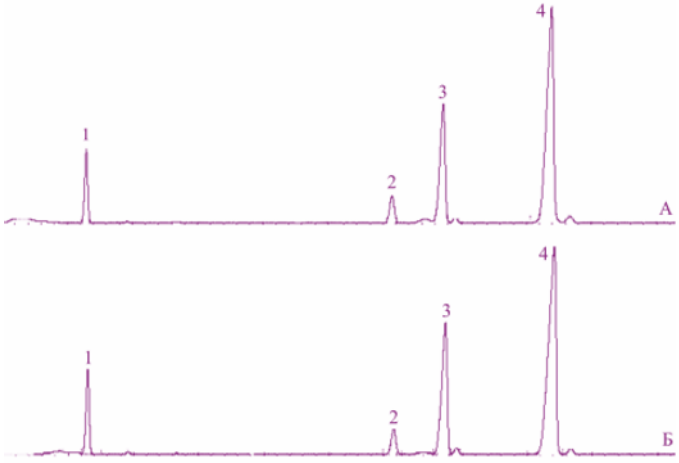
shown in Fig. 2.

The yield of the transesterification reaction increases when mixing the interacting phases of ethanol and oil, while an increase in the stirrer rotation speed in the range of 0–500 rpm increases the concentration of ethyl esters of fatty acids. However, a further increase in the stirrer rotation speed (700 rpm and higher) consistently decreases the reaction yield. This result can be explained by the accumulation of additional phases in the system - reaction products, and under these conditions, emulsification of the mixed phases occurs [6], which gives rise to the formation of new phase boundaries.

In Fig. 3 shows the composition of fatty acids of the products of the transesterification reaction of sunflower MPP and MPO samples.



Pic.2 Dependence of C on τ (1–5) and C on ν (6). Stirrer rotation speed ν, rpm: 0 (without stirring) (3); 100 (2); 500 (1), 700 (4) and 900 (5)



Pic.3 Composition of transesterification products of sunflower oil samples MPP (A) and MPO (B) by fatty acids. Ethyl esters of fatty acids: palmitic (1), stearic (2), oleic (3), linoleic (4)

Quantitative data characterizing the composition of ethyl esters of fatty acids are quite close for MPP and MPO sunflower oil samples. Thus, the content of linoleic acid is 6.31 and 6.50 mg/ml, respectively, oleic - 2.48 and 2.87 mg/ml, stearic - 0.28 and 0.31 mg/ml, palmitic - 0.79

and 0.98 mg/ml.

As a result of the study, it was found that the presence of free fatty acids in the composition of waste oils determines the choice of acid catalyst. The yield of ethyl esters of fatty acids increases when mixing the phases, but increasing the rotation speed of the stirrer above 500 rpm leads to emulsification in the liquid phase and a decrease in the yield of the product. The production of biodiesel based on sunflower oil has been implemented repeatedly [2, 4, 15]. The similarity of the composition of esters obtained from MPP and MPO samples indicates that waste sunflower oil can be considered as a raw material for producing biodiesel.

References

1. Hobbein B.E., Stefen J.D., Layzell D.B. Canadian Biodiesel Initiative. Final Report / Biocap: Canada, Kingstone, Ontario, 2004.

2. Звонов В.А., Козлов А.В., Теренченко А.С. Исследование эффективности применения в дизельных двигателях топливных смесей и биотоплив // Рос. хим. журн. 2008. №6. С. 147–151.

3. Брагинский О.Б. Альтернативные моторные топлива: мировые тенденции и выбор для России // Рос. хим. журн. 2008. №6. С. 137–146.

4. Demirbas A. Biodiesel production via non-catalytic SCF method and biodiesel characteristics // Energy Conversion and Management. 2006. V. 47. P. 2271–2282.

5. Yuan X. Optimization of conversion of waste rapeseed oil with high FFA to biodiesel using response surface methodology // Renew Energy. 2007, doi: 10.1016/j.renene. 2007.09.007

6. Encinar J.M., Gonzalez J.F., Rodriguez-Reinares A. Ethanolysis of used frying oil. Biodiesel preparation and characterization // Fuel Processing Technology. 2007. V. 88. P. 513–522.

7. Knothe G., Steidley K.R. Lubricity of Components of Biodiesel and Petrodiesel. The origin of Biodiesel Lubricity // Energy and Fuels. 2005. V. 19. P. 1192–1200.

8. Lang X. Preparation and Evalution of Vegetable Oil Derived Biodiesel Esters as Lubricity Additives // Tribo Test. 2001. P. 131–150. 24

9. Lacey P.I., Westbrook S.R. Lubricity Requirement of Low Sulfur Diesel Fuels // SAE Tech. Pap Ser. 1995. 950248

10. Mittelbach M., Enzelsberger H. Transesterification of Heated Rapseed oil for Extending Diesel Fuel // J. Am. Oil Chem. Soc. 1999. V. 76. №5. P. 545–550.

11. Kulkarni M.G., Dalai A.K. Waste Cooking Oil – An Economical Source for Biodiesel: A Review // Ind. Eng. Chem. Res. 2006. V. 45. P. 2901–2913.

12. Nawar W.W. Chemical changes in Lipids Produced by Thermal Processing // J. Chem. End. 1984. V. 61. №4. P. 299–302.

13. Bastida S., Sanchez-Maniz F.J. Thermal Oxidation of Olive Oil, Sunflower Oil and a Mix of Both Oils during Forty Discontinuous Domestic Fryings of Different Foods // Food Sci.Technol. Int. 2001. V. 7. №1. P. 15–21.

14. Canakci M., Scinli H. Biodiesel production from various feedstocks and their effects on the fuel properties // J. Ind. Microbial Biotechnol. 2008. V. 35. P. 431–441.

15. Marchetti J.M., Miguel V.U., Errazu A.F. Possible methods of biodiesel production // Renewable and Sustainable Energy Rewiews. 2007. V. 11. P. 1330–1311.

16. Sharma Y.C., Singh B., Upadnyay S.N. Advancements in development and characterization of biodiesel: A rewiew // Fuel. 2008. V. 87. P. 2355–2373.

17. 1. Amirli F.A., Aghamaliyev Z.Z., Abdullayeva I.G., Pashayeva Z.N.&Aghamaliyeva D.B. The role of nutrition in ensuring healthy living. Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions, 2(148), 2024, 629-638.

Bitki yağı tullantılarının biodizelə emal etmək yolu ilə utilizasiyası

Fariz Əmirli[1], Günel Əzizova[2], Aynur Məmmədova[3]
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
[1]orcid.org/0000-0002-9095-2982, fariz.emirov@asoiu.edu.az
[2]orcid.org/0000-0003-1913-4554, azizova.gunel@asoiu.edu.az
[3]orcid.org/0000-0002-1938-1320, aynur.memmedova@asoiu.edu.az

XÜLASƏ

Neftdən əldə edilən dizel yanacağı dünyada ən çox istifadə edilən yanacaq növüdür və onun sərfi ildə 934 milyon tona çatmışdır [1]. Hesab olunur ki, neft yanacaqlarının istehlakının daha da artması nəzərə alınmaqla, neft ehtiyatlarının qıtlığı yaxın onillikdə hiss olunmağa başlayacaq [2]. Buna görə də bir çox ölkələrdə alternativ motor yanacaqlarına maraq artır [3]. Alternativ dizel yanacağı biodizeldir - bitki və ya heyvan yağlarından alınan yağ turşularının monoalkil efirlərinin qarışığıdır. Biodizel istehsalı bərpa olunan xammala əsaslanır və onun ehtiyatları sürətlə artırıla bilər. Bu zamanda, mühüm ekoloji problem həll olunur. Belə ki, neft və dizel yanacağı ilə müqayisədə atmosferə atılan istixana qazlarının (CO2 və s.) 3,5-4,6 dəfə azalması müşahidə olunur [2]. Bundan əlavə, biodizel zəhərli deyil və ətraf mühitdə asanlıqla parçalanır.

Açar sözlər: *disel, biodiesel, günəbaxan yağı, alternative disel, utilizasiya.*

Утилизация отработанного растительного масла путем переработки в биодизель

Фариз Амирли[1], Гюнель Азизова[2], Айнур Мамедова[3]
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
[1]orcid.org/0000-0002-9095-2982, fariz.emirov@asoiu.edu.az
[2]orcid.org/0000-0003-1913-4554, azizova.gunel@asoiu.edu.az
[3]orcid.org/0000-0002-1938-1320, aynur.memmedova@asoiu.edu.az

РЕЗЮМЕ

Дизельное топливо, получаемое из нефти, является наиболее широко используемым видом топлива в мире, его потребление достигло 934 миллионов тонн в год [1]. Считается, что при дальнейшем росте потребления нефтяных топлив дефицит нефтяных ресурсов начнет ощущаться уже в ближайшее десятилетие [2]. Поэтому во многих странах растет интерес к альтернативным моторным топливам [3]. Альтернативным дизельным топливом является биодизель — смесь моноалкиловых эфиров жирных кислот, получаемых из растительных или животных жиров. Производство биодизеля основано на возобновляемом сырье, ресурсы которого можно быстро наращивать. При этом решается важная экологическая проблема — снижение выбросов парниковых газов (CO2 и др.) в атмосферу в 3,5–4,6 раза по сравнению с нефтяным дизельным топливом [2]. Кроме того, биодизель нетоксичен и легко разлагается в окружающей среде.

Ключевые слова: *дизель, биодизель, растительное масло, альтернативное дизельное топливо, утилизация.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1747

TƏHLÜKƏSİZ QİDA MƏHSULU OLAN QULANÇAR BİTKİSİNİN FAYDALARI VƏ ONUN ŞİRƏSİNİN AYRILMASI ZAMANI İSTİFADƏ OLUNAN TEXNOLOJİ PROSÜESLƏRİN ƏSASLANDIRILMASI

Çingiz Əliyev[1], *Pakizə Tanırverdiyeva[2], Səbinə Qasımova[3], Yusif Zeynalov[4]

[1,2,3]Azərbaycan Turizm və Menecment Universiteti
[4]Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Botanika İnstitutu
1 orcid.org:0009000560803491, chingiz.aliyev@atmu.edu.az,
2 orcid.org:0009000815313284, pakiza.tanriverdiyeva@atmu.edu.az
3 orcid.org:0009000594115283, sabina.gasimova@atmu.edu.az,
4 orcid.org:0009-0007-0769-7743Y.Zeynalov@gmail.com

Xülasə

Məqalədə qida təhlükəsizliyinin gücləndirilməsində "istehsal - istehlak" zənciri həlqələrində səmərəlilik problemləri, insan həyatı və sağlamlığı üçün təhlükə yaratmayan faydalı qida məhsulu olan qulançarın istehsalının genişləndirilməsi və ehtiyatlarının yaradılması məsələləri araşdırılmış, eyni zamanda qulançar (*Asparagus L.*) şirəsinin hazırlanması üçün tətbiq olunan texnoloji proseslərin vacib mərhələləri özünü tapmışdır.

Bu göstəricilərdən başqa, aparılan analizlərin nəticəsində növlərdən asılı olaraq100 qram qulançar zoğlarında 3,7 – 4,2 q karbohidrat, 0,05 – 0,10 q yağ, 2,0 – 2,6 q zülallardan ibarət olması müəyyənləşdirilmişdir. Eyni zamanda 38 – 40 mq % Na, 190 – 196 mq % K, 18–21 mq % Ca, 18 – 20 mq % Mg, 59 – 62 mq % P, 0,5 – 0,9 mq % Fe olması aşkarlanmışdır. Qulançarın tərkibində 92,7 % su olması da müəyyənləşdirilmişdir.

Qulançarın növləri üzrə qidalılıq dəyərinin 20 – 25 kkal olması aşkarlanmışdır. Bunlarla yanaşı qulançarın zoğlarında yağlarda həll olunan A, beta- karotin, alfa – karotin, E və K vitaminləri, suda həll olunan C, B_1, B_2, B_3 (PP), B_4, B5 və B_9 (fol turşusu) vitaminləri ilə zəngin olması öyrənilmiş, bitkinin növləri üzrə məhsuldarlığı 1 m^2 sahədən əkin sxemlərinə müvafiq olaraq 2,6 – 3,8 kq təşkil etməsi müəyyənləşdirilmişdir.

Qulançar şirəsinin istehsalında tətbiq olunan texnoloji proseslər: əzilmə, presləmə, filtrasiya, pasterizasiya, konsentrasiya və qablaşdırma mərhələlərinin hər biri şirənin keyfiyyətli olmasına və onun qidalılıq dəyərinin qorunmasını təmin edən elementlərin tədqiqinə həsr edilmişdir.

Açar sözlər: *qida, bitki, şirə, texnologiya, proses, sağlamlıq, təhlükəsizlik.*

GİRİŞ

İnsanların hansı bir ölkədə yaşamasından və hansı səviyyədə yaşamasından asılı olmayaraq, onlar gündəlik olaraq qida qəbul etməli və bu qidaların təhlükəsizliyi təmin edilməlidir. İnsan sağlamlığı və həyatı üçün təhlükəsiz qida məhsullarının tədarükü və ehtiyatının yaradılması müasir dövrümüzün aktual məsələlərindəndir.

Qlobal qida təhlükəsizliyi problemləri artdıqca bəşəriyyət qarşısında dayanan strateji məsələlərdən biri də "istehsal - istehlak" zəncirinin müxtəlif mərhələlərinin səmərəlilik işinin idarə edilməsidir. Belə ki, dünyanın elə bir ölkəsi yoxdur ki, o özünün qida təhlükəsizliyini özlüyündə həll etmək iqtidarında olsun. Buna baxmayaraq hər bir ölkə özünün qida məhsulları

istehsalı, tədarükü və istehlakçılara çatdırılması adət-ənənələrinə, xarakterinə və əsaslı təcrübəyə malikdirlər. Onu qeyd etmək lazımdır ki, dünyaya mənsub olan 11 iqlim qurşağının hamısının heç bir ölkədə mövcudluğu müəyyənləşdirilməmişdir.

Bu baxımdan təbiət heç də, bütün ölkələr üçün qida məhsullarının yetişdirilməsi və istehsalı üçün eyni şərait yaratmamışdır. Eyni zamanda hər bir ölkənin mühüm ərzaq məhsulları üzrə "istehsal - istehlak" zənciri mərhələlərinin səmərəlilik problemlərinə yanaşmalar özünün spesifik xüsusiyyətləri ilə fərqli olur [4].

Ümumiyyətlə hər bir ölkə özünün iqtisadi inkişaf xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla kənd təsərrüfat sahələri qida sənayesinin inkişafı strategiyasına malik olmalı və əlverişli qida məhsullarının insan sağlamlığı üçün təhlükəsizliyi təmin edilməklə, ərzaq məhsulları istehsalının həcminin və keyfiyyətinin artırılmasına strateji səviyyədə baxılmalı və fəaliyyət mexanizmləri hazırlanmalıdır.

Azərbaycanda kənd təsərrüfatı inkişaf etmiş sahələrdən biridir. Ölkənin torpaq – iqlim şəraiti imkan verir ki, burada ilboyu bitkiçilik sahəsini inkişaf etdirmək mümkün olsun. Ekoloji cəhətdən təmiz, yüksək qidalılıq dəyərinə malik qulançar bitkisi (*Asparagus L.*) ölkəmizin əksər regionlarında geniş yayılmışdır. Respublikamızın bir sıra regionlarında bu bitkinin digər adı "mərəçüyüd" kimi səslənir. Regionlarda bu bitki həm yabanı halda, həm də mədəni formada becərilməyə başlamışdır. Respublikamızda Qulançarın 9 növünün və I sortunun (Arjeentelskaya) yayılmasına baxmayaraq, onların bir neçə növü qidalılıq əhəmiyyətinə malik olub, əhali arasında yeyilir. Eyni zamanda bu bitki bir sıra xəstəliklərin müalicəsində geniş şəkildə istifadə olunur.

Qulançar (*Asparagus L.*) təkcə ölkəmizdə yox, bütün dünyada sağlamlıq üçün faydalarına görə nadir bitkilərdən biri hesab edilir. Hələ qədim Misirdə (4000 il əvvəl) bu bitki "hökmdarların məhsulu" adlandırılmışdır. Qulançar Misir fironlarının qida rasionunda geniş yer tutmuşdur. Qulançarın həm zoğunun, həm də meyvəsinin tərkibi insan orqanizmi tərəfindən asan mənimsənilən vitaminlərlə, azotlu maddələrlə, fenol birləşmələri ilə, karotinoidlərlə, əsasən β – karotinlə, makro, mikro elementlərlə, xüsusən fol turşusu (B_9) və digər qida əhəmiyyətli komponentlərlə zəngindir [1].

Qulançar təkcə immun sistemini gücləndirmir, eyni zamanda cinsi həvəsi möcüzəvi şəkildə artırır [7].

Qulançar (*Asparagus L.*) çoxillik bitkidir. Yeraltı orqanı güclü kökümsovlara malikdir. Gövdəsi hündür olub, becərmə şəraitindən asılı olaraq 1,0 – 1,5 metrə qədər olur. Gövdəsi çoxlu sayda budaqlarla zəngin olub, dırmaşandır. Bitki ilk vegetasiyaya başlayan vaxtdan 14 – 18 gün sonra zoğları inkişaf etməyə başlayır. Həmin zamandan onun cavan zoğları regionlarda yerli əhali tərəfindən yığılır və yeyilir. Qidalılıq dəyərinə malik olan qulançarın zoğlarından təzə halda yalnız 1 – 2 ay müddətində istifadə olunur. Onun xeyli hissəsi bitkinin gövdəsində qalır, xarab olur və zay məhsul kimi tullanır. Bu qiymətli qida məhsulundan əhalimizin mövsümü xarakterli yox, bütün il ərzində istifadə etməsi insanların sağlam yaşamaları baxımından çox önəmlidir. Qarşıda duran bu problemin həlli ilə əlaqədar *Asparagus* şirəsinin hazırlanması üçün tətbiq olunan texnoloji proseslərin işlənilməsi aktual məsələlərdəndir [3].

Material və metodlar

Bakı şəhər icra hakimiyyətinin nəzdində fəaliyyət göstərən Mərkəzi Nəbatat Bağının ərazisində 2020- 2024 – cü illərdə aparılan tədqiqatlara və ədəbiyyat xülasələrinə əsaslanaraq qida və dərman bitkisi olan Qulançarın növ tərkibi və yayılma arealı ölkənin regionları üzrə araşdırılmışdır. Bu baxımdan bitki örtüyündən toplanmış herbarilər sistemləşdirilərək yeni

taksonlara əsasən "Azərbaycan florası" [2] üzrə təyin edilmiş, bitkinin 3 növü və I sort nümunəsi məhsuldarlığa, qulançarın əsas xəstəliklərə qarşı davamlığına və saxlanma qabiliyyətinə görə qiymətləndirilmişdir [6, 8].

Tədqiqatın nəticələrinin riyazi təhlili dispersiya analiz metodu əsasında yerinə yetirilmişdir [5]. Bitkinin zoğ və gövdəsinin biokimyəvi göstəriciləri "Herba Flora" MMC – nin kimyəvi analizlər laboratoriyasında həyata keçirilmişdir.

Nəticələrin müzakirəsi

Çöl – tarla tədqiqatlarında istifadə olunan 3 növ Qulançarın (topayarpaq qulançar - *Asparagus Verticillatus*, dərman qulançarı - *Asparagus officinalis*, Xəzər qulançarı - *Asparagus caspius*) və I sortun (Arjeentelskaya) aqrobioloji xüsusiyyətləri araşdırılmışdır.

İnsanlar arasında tərəvəz bitkisi olan qulançar çox sevilir və delikates hesab edilir. Bu bitki həm təzə halda yeyilir, həm də müxtəlif növlü xörəklərin bişirilməsi zamanı istifadə edilir. Qulançar qədim zamanlarda müxtəlif xəstəliklərə qarşı müalicəvi bitki kimi istifadə edilmişdir. Bu baxımdan mövsümi xarakter daşıyan qulançarın zoğlarından müalicə məqsədilə istifadə üçün onun şirəsinin alınması texnoloji prosesinin əsaslandırılmasıvacib məsələlərdən biridir.

Qulançarın zoğlarından şirənin ayrılması üçün tətbiq olunan texnoloji proseslər çox mürəkkəbdir.

Qulançar şirəsinin alınması üçün əsas texnoloji əməliyyatlar aşağıdakı kimidir:

Qulançar zoğlarının tədarükü və hazırlanması. Bu proses zamanı bitkinin zoğları 15 – 20 sm olduqda yığılır, yığımdan sonra zoğun gövdə hissəsi çirklərdən və tozlardan təmizlənməsi üçün su ilə yuyularaq təmiz hala gətirilir. Bu mərhələnin əsas vəzifəsi mikrobioloji çirklənmənin qarşısını almağa və şirənin keyfiyyətini artırmağa şərait yaradır. Təmizlənmə prosesində asidix və yaxud yüngül bazikməhlullarından istifadə olunur ki, bu da mümkün olan kimyəvi qalıqları aradan qaldırmağa kömək edir. Xammalın şirəsinin alınması zamanı təmizləyici yuyucu maşınlardan istifadə olunur ki, bu maşınlar bitkinin zoğlarını su ilə yuyur, tozları və çirkləri aradan qaldırır. Yuyan maşınların bunkerində su və təmiz məhlul dövr etməklə qulançar zoğlarının üzərinə tökülür.

Xammalın hazırlanması zamanı zoğların ölçülərinə görə seçilməsi üçün çeşidləyici avadanlıqlardan, seçmə qurğularından və ayrıcı maşınlardan istifadə etmək lazımdır.

Bitki zoğlarının əzilməsi və məsaməliliyi. Bu mərhələnin yerinə yetirilməsində mexaniki proseslərin köməyi ilə əzilmə əməliyyatı həyata keçirilir. Belə ki, zoğların əzilməsi üçün mövcud olan əzici maşınlardan istifadə edilməsi məqsədəuyğun hesab edilir. Əzici maşınlar 2 -3 mm ölçüdə əzilmə əməliyyatını başa çatdırır. Bu zaman kujler tipli maşınlardan (Roller Crushers) istifadə etmək lazımdır.

Zoğların əzilməsi və qırılması ilə hasil olan kütlə açıq və pozor olmaqla məsamələri daha da genişləndirir. Bu isə şirənin səmərəli şəkildə çıxarılmasına geniş şərait yaradır, belə ki, porozlu strukturlar şirənin hüceyrələrdən ayrılması asanlaşdırır.

Presləmə üsulu ilə zoğlardan şirənin çıxarılması. Şirənin çıxarılması əməliyyatında açıq tipli və qapalı proseslərdən istifadə olunur. Açıq proseslər bitki zoğlarının gövdəsini sıxaraq şirəni çıxarır. Bu prosesi hidravlik və mexaniki təzyiqlə hərəkətə gətirilir. Qapalı proseslər daha çox təkərli proseslər və yaxud turbin tipli proseslər kimi xüsusi təyinatlı avadanlıqlardır ki, bunlarda yüksək təzyiq altında şirənin əsas hissəsini çıxardır.

Enzimatik müalicə: Enzimlər bitki hüceyrələrinin divarlarını parçalayaraq şirənin daha asan çıxarılmasına şərait yaradır. Enzimatik müalicə prosesində pektinaz və xilanoz kimi fermentlərdən

istifadə etmək lazımdır. Bu proses şirənin miqdarını artırır və onun fiziki göstəricisi olan sıxlığı azaltmaqda mühüm rol oynayır.

Zoğlardan çıxarılan şirənin filtirləşməsi və duruldulması. Filtirləmə prosesi şirənin daha şəffaf və təmizlənməsini təmin edir. Çıxarılan şirə, mikroskopik ölçülü hissəciklərdən təmizlənməsi üçün mikrofiltrasiya və ultrafiltrasiya proseslərinə məruz qalmalıdır. Bu proseslər yerinə yetirilməsi məqsədilə mikroporoslu membran qurğularından istifadə olunmalıdır. Bu membranlar, şirənin kiçik hissəciklərdən, zülallardan və digər çirkləndiricilərdən təmizlənməsinə şərait yaradır.

Şirənin duruldulması zamanı durultma cihazlarında olan mərkəzdənqaçma aparatından istifadə etmək lazımdır. Bu avadanlıq şirənin duruldulmasını və şəffaflığının artırılmasını təmin edir.

Şirənin pasterizasiyası və termal müalicəsi. Pasterizasiya prosesi şirənin mikroorqanizmlərdən və digər potogenlərdən təmizlənməsi məqsədilə tətbiq edilir. Bu prosesdə şirə 70 °S – dən 85 °S – yə qədər temperatur rejimində istilik müalicəsinə məruz qalmalıdır. Bu zaman şirənin bakterial çirklənməsinin qarşısı alınır və rəf ömrünü uzadır. Başqa sözlə termal müalicəsi fermentlərin fəaliyyətini dayandıraraq şirənin keyfiyyətini qoruyur.

Şirənin pasterizasiyası zamanı TUP tipli - pasterizatordan istifadə edilmişdir. TUP şəklindəki pasterizator şiräni yüksək temperaturda qısa müddət ərzində keçirərək sterilləşdirir.

Termal müalicənin həyata keçirilməsi üçün təzyiq pasterizatorundan istifadə edilmişdir. Bu avadanlıqda şirə tələb olunan təzyiq altında istilik müalicəsinə məruz edilir. Pasterizasiya prosesi başa çatdıqdan sonra şirənin tez soyudulması məqsədilə hisli soyutma aparatından istifadə olunur.

Qulançar zoğlarından alınan şirənin konsentrasiyası. Şirənin konsentrasiyası üçün vakkum tipli evaporatordan istifadə olunmuşdur. Bu qurğu şirədə olan suyun miqdarını azaltmağı nəticəsində tünd şirənin alınması təmin edilir.

Şirənin qablaşdırılması. İstehsal olunan şirə steril şəraitdə şüşə qablara doldurulmuşdur. Bu prosesdə sterilizasiya tətbiq edilərək şirənin mikroorqanizmlərlə çirklənməsinin qarşısı alınmışdır. Şirənin qablaşdırılması, onun 6 ay müddətində saxlanılmasına və daşınmasına imkan vermişdir.

Şüşələrə şirənin doldurulması avtomatlaşdırma sistemi ilə həyata keçirilmiş və tıxaclar bağlanmışdır.

Qulançar şirəsinin soyuducu avadanlıqda - 2°S... -3°S temperaturda, havanın nəmliyi 85 – 90 % olan mühitdə 6 ay müddətində keyfiyyət göstəriciləri dəyişmədən saxlamaq mümkündür.

Tədqiqat nəticəsində məlum olmuşdur ki, qulançarın tərkibində insan orqanizmi üçün faydalı olan bir çox maddələr vardır: karotin, zülallar, vitaminlər, orqanik turşularla və s.. Əsasəndə onun zoğlarında və meyvəsində “kamarin” maddəsi vardır ki, o da ürək – damar sisteminin fəaliyyətinə müsbət təsir göstərir. Qanı duruldur, damarlarda trombların əmələ gəlməsinin qarşısını alır. Bu göstərilən məsələləri nəzərə alaraq Qulançarın zoğlarından və meyvəsindən şirənin innovativ texnologiya ilə istehsalı müasir dövrün tələblərinə uyğundur.

Ədəbiyyat

1. Əliyev Ç.S. Qida və dərman bitkisi olan qulançarın (*Asparagus* L.) aqrobioloji xüsusiyyətləri. AMEA Aqrokimya və Torpaqşünaslıq İnstitutu, Beynəlxalq Konfrans. – Bakı, Azərbaycan, 2021. s. 29-32.
2. Hacıyev V.C., Qasımova T.E. Azərbaycan florasının lüğəti. – Bakı. 2008. – s. 272.
3. Hümbətov Z.İ. Bitki morfologiyası və anatomiyası. – Bakı. 2017. – s. 619.
4. Quliyev E.A. Qida təhlükəsizliyinin gücləndirilməsi problemləri və strateji istiqamətləri. Monoqrafiya.

"Kooperasiya" nəşriyyatı. – Bakı, 2020. – s. 464.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: колос, 1985. – с. 292.
6. Кумбатов З.И., Казиев А.И. Лекарственные свойства спаржи (*Asparagus* L.). Азербайджан. Новые вызовы в ботанических исследованиях. Материалы конференции, НАНА, Баку, 2018. – с. 185-187.
7. Лудилов В.А., Иванова М.И. Азбука овощевода. – Москва: 2014. - с. 348-352.
8. Литвинов С.С. Методика полевого опыта. – Москва, 2018. – с. 648.

Benefits of Asparagus plant as a safe food product a justification of technological processes used during its juise separation

Chingiz Aliyev[1], *Pakiza Tanırverdiyeva[2], Sabina Gasımova[3], Yusif Zeynalov[4]

1,2,3Azerbaijan University of Tourism and Management,
[4]Institute of Botany of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan
[1]ORCİD – 0009000560803491, chingiz.aliyev@atmu.edu.az,
[2]ORCİD - 0009000815313284, pakiza.tanriverdiyeva@atmu.edu.az
[3]ORCİD – 0009000594115283, sabina.gasimova@atmu.edu.az,
[4]ORCİD-0009-0007-0769-7743Y.Zeynalov@gmail.com

ABSTRACT

The article explores efficiency issues in the "production–consumption" chain in the context of strengthening food security. It investigates the expansion of asparagus (*Asparagus* L.) production—a beneficial food product that poses no threat to human life and health—and the formation of reserves. Furthermore, the main stages of technological processes applied in the production of asparagus juice are identified.

According to the results of the conducted analyses, depending on the variety, 100 grams of asparagus shoots contain 3.7–4.2 g of carbohydrates, 0.05–0.10 g of fat, and 2.0–2.6 g of protein. The mineral composition includes 38–40 mg% sodium (Na), 190–196 mg% potassium (K), 18–21 mg% calcium (Ca), 18–20 mg% magnesium (Mg), 59–62 mg% phosphorus (P), and 0.5–0.9 mg% iron (Fe). The water content was found to be 92.7%.

The nutritional value of asparagus varieties was determined to range between 20–25 kcal. In addition, the shoots were found to be rich in fat-soluble vitamins A, beta-carotene, alpha-carotene, E, and K, as well as water-soluble vitamins C, B1, B2, B3 (PP), B4, B5, and B9 (folic acid). Depending on the variety and planting scheme, the yield per square meter was established at 2.6–3.8 kg.

The technological processes involved in the production of asparagus juice-crushing, pressing, filtration, pasteurization, concentration, and packaging-were each studied in detail, with emphasis on their contribution to ensuring juice quality and preserving its nutritional value.

Keywords: *food, plants, juice, technology, process, health, safety.*

Преимущества растения спаржи как безопасного пищевого продукта и обоснование технологических процессов, применяемых при получении ее сока

Чингиз Алиев[1], Пакиза Танирвердиева[2], Сабина Гасымова[3], Юсиф Зейналов[4]

[1,2,3]Азербайджанский университет туризма и менеджмента
[4]Институт Ботаники Министерства науки и образования Азербайджанской Республики
[1]ORCİD – 0009000560803491, chingiz.aliyev@atmu.edu.az,
[2]ORCİD - 0009000815313284, pakiza.tanriverdiyeva@atmu.edu.az
[3]ORCİD – 0009000594115283, sabina.gasimova@atmu.edu.az,
[4]ORCİD-0009-0007-0769-7743Y.Zeynalov@gmail.com

РЕЗЮМЕ

В статье рассматриваются проблемы повышения эффективности звеньев цепи «производство–потребление» в контексте укрепления продовольственной безопасности. Изучены вопросы расширения производства спаржи (*Asparagus* L.) — полезного пищевого продукта, не представляющего угрозы жизни и здоровью человека, а также создания её резервов. Также проанализированы основные этапы технологических процессов, применяемых при производстве сока из спаржи.

По результатам проведённых анализов установлено, что в зависимости от сорта в 100 г побегов спаржи содержится 3,7–4,2 г углеводов, 0,05–0,10 г жиров и 2,0–2,6 г белков. Минеральный состав включает: 38–40 мг% натрия (Na), 190–196 мг% калия (K), 18–21 мг% кальция (Ca), 18–20 мг% магния (Mg), 59–62 мг% фосфора (P) и 0,5–0,9 мг% железа (Fe). Содержание воды составляет 92,7%.

Пищевая ценность различных сортов спаржи составляет 20–25 ккал. Также установлено, что побеги спаржи богаты жирорастворимыми витаминами A, бета-каротином, альфа-каротином, E и K, а также водорастворимыми витаминами C, B1, B2, B3 (PP), B4, B5 и B9 (фолиевая кислота). Урожайность растения в зависимости от сорта и схемы посадки составляет 2,6–3,8 кг с 1 м².

Каждый из этапов технологического процесса производства сока - измельчение, прессование, фильтрация, пастеризация, концентрирование и упаковка - детально рассмотрен с точки зрения их влияния на качество сока и сохранение его пищевой ценности.

Ключевые слова: *продукты питания, растения, соки, технологии, процессы, здоровье, безопасность.*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1754

QİDA TƏHLÜKƏSİZLİYİNİN TƏMİN EDİLMƏSİNDƏ BEYNƏLXALQ STANDARTLARIN ROLU

Sevinc Adilova

Azərbaycan Turizm və Menecment Universiteti, Mehmanxana və restoran biznesi kafedrası
Magistr, adilova.sevinc.2301@atmu.edu.az

XÜLASƏ

Beynəlxalq qida təhlükəsizliyi standartlarının tətbiqi, istehlakçıların mağaza rəflərində daha təhlükəsiz qida məhsulları ilə təmin olunmasına yardım edir. Araşdırmada qida təhlükəsizliyinin təmin edilməsində ISO 22000 və HACCP kimi beynəlxalq standartların rolu təhlil olunur. Araşdırma çərçivəsində qanunvericilik aktları, statistik göstəricilər, beynəlxalq təşkilatların hesabatları və Azərbaycandakı real nümunələr incələnmişdir. Nəticələr göstərir ki, HACCP prinsipləri əsasında qida təhlükəsizliyinin idarə edilməsi qida mənşəli xəstəliklərin qarşısının alınmasında ən təsirli mexanizmlərdən biridir. Məsələn, ABŞ-da HACCP sisteminin tətbiqindən sonrakı yeddi il ərzində qida mənşəli xəstəliklərin sayının orta hesabla 20% azalması müşahidə edilmişdir. ISO 22000 standartı isə HACCP prinsiplərini beynəlxalq səviyyədə tanınan idarəetmə sistemi çərçivəsinə salaraq təşkilatlara qida zəncirinin bütün mərhələlərində riskləri nəzarət altında saxlamağa imkan verir. Dünya üzrə 32 mindən artıq təşkilat ISO 22000 sertifikatına malikdir ki, bu da bu standartın qlobal miqyasda geniş tətbiq olunduğunu göstərir. Azərbaycanda da son illərdə bu istiqamətdə mühüm addımlar atılmışdır: "Qida təhlükəsizliyi haqqında" Qanunla qida istehsalçılarına HACCP əsaslı sistemlərin qurulması tələb olunur, ISO 22000:2018 standartı isə milli standart kimi qəbul edilmişdir. Araşdırma nəticələri göstərir ki, bu standartların tətbiqi Azərbaycanda qida təhlükəsizliyi səviyyəsinin yüksəlməsinə, qida zəhərlənmələrinin sayının azalmasına və istehlakçıların etimadının artmasına töhfə verir. Bununla yanaşı, hələ də bəzi sahələrdə tam tətbiq olunmama problemi qalır və standartların effektivliyinin təmin edilməsi üçün davamlı nəzarət və təlimlərə ehtiyac vardır.

Açar sözlər: *Qida təhlükəsizliyi, Beynəlxalq standartlar, ISO 22000, HACCP, Azərbaycan qida sənayesi*

GİRİŞ

Qida təhlükəsizliyi ictimai sağlamlıq, iqtisadi inkişaf və istehlakçı etimadı baxımından həyati əhəmiyyət kəsb edir. Qida mənşəli xəstəliklər dünyada hər il milyonlarla insana təsir göstərərək sağlamlıq riskləri və iqtisadi itkilər yaradır. Bu problemlərin qarşısını almaq üçün beynəlxalq səviyyədə tanınmış standartlar və idarəetmə sistemləri formalaşdırılmışdır. Təhlükənin Analizi və Kritik Nəzarət Nöqtələri (HACCP) sistemi qida zəncirinin bütün mərhələlərində mümkün təhlükələri müəyyən edib nəzarət altına almağa yönələn sistematik yanaşmadır. 1960-cı illərdə NASA-nın təşəbbüsü ilə yaranmış HACCP konsepsiyası sonradan Codex Alimentarius tərəfindən geniş təbliğ edilmiş və bugün qida təhlükəsizliyinin təmin edilməsində qlobal "qızıl standart" hesab olunur [3].

Digər mühüm standart olan ISO 22000 (Qida təhlükəsizliyinin idarəetmə sistemi üçün

standart) 2005-ci ildə ilk dəfə yayımlanmış və 2018-ci ildə yenilənmişdir. ISO 22000, HACCP prinsiplərini İSO-nun idarəetmə sistemi tələbləri ilə birləşdirərək, qida zəncirində iştirak edən bütün təşkilatların tətbiq edə biləcəyi çevik və effektiv bir çərçivə təqdim edir. Bu standart qida məhsullarının istehsalından istehlakına qədər hər mərhələdə risklərin idarə edilməsini, sənədləşməni və davamlı təkmilləşdirməni əhatə edir.

Azərbaycanda qida təhlükəsizliyi mövzusu xüsusi aktuallıq daşıyır. Ölkə daxilində qida zəhərlənməsi halları hər il rəsmi statistikada qeydə alınır. Məsələn, rəsmi məlumatlara görə 2016-cı ilin ilk doqquz ayında qida zəhərlənməsi səbəbilə zərərçəkənlərin sayı 773 nəfər olmuşdursa, 2017-ci ilin eyni dövründə bu göstərici 477 nəfərə enmişdir [7].

Bu azalma tendensiyası qida təhlükəsizliyi sahəsində aparılan islahatlar və nəzarət tədbirləri ilə əlaqələndirilə bilər. 2018-ci ildə Azərbaycan Respublikasının Qida Təhlükəsizliyi Agentliyinin (AQTA) yaradılması ilə qida sahəsində vahid nəzarət sistemi formalaşdırıldı və beynəlxalq standartların tətbiqinə xüsusi diqqət ayrıldı. Hazırda Azərbaycan dövləti qida təhlükəsizliyi standartlarını beynəlxalq təcrübəyə uyğunlaşdırmaq, istehlakçıların sağlamlığını qorumaq və yerli məhsulların beynəlxalq bazarlara çıxışını asanlaşdırmaq məqsədilə mühüm addımlar atır. Bu araşdırmanın məqsədi, məhz həmin addımların – xüsusilə ISO 22000 və HACCP standartlarının – qida təhlükəsizliyinin təmin edilməsindəki təsirini elmi və praktiki kontekstdə təhlil etməkdir.

Nəzəriyyə və metodlar

ISO 22000 və HACCP standartlarının təhlili zamanı həm nəzəri məlumatlar, həm də praktiki tətbiq nümunələri araşdırılmışdır. ISO 22000 standartı beynəlxalq səviyyədə qida təhlükəsizliyi idarəetmə sisteminin tələblərini müəyyən edir. Bu standartın nəzəri bazasını Deming'in PDCA (Planla, Yerinə yetir, Yoxla, Tədbir gör) dövrünə əsaslanan idarəetmə sistemi prinsipləri və HACCP risk analizinin inteqrasiyası təşkil edir [6].

ISO 22000-in tələbləri sayəsində təşkilatlar həm infrastruktur, həm də proses səviyyəsində qida təhlükəsizliyi risklərini proaktiv şəkildə idarə edir, daxili və xarici kommunikasiya mexanizmləri qurur, izlənəbilənlik və sənədləşdirmə vasitəsilə şəffaflığı təmin edirlər. Araşdırmada ISO 22000-in mahiyyəti, onun HACCP ilə əlaqəsi və üstünlükləri elmi ədəbiyyat təhlili yolu ilə araşdırılmışdır. Bunun üçün beynəlxalq təşkilatların (ISO, FAO/ÜST) hesabatları və mövcud elmi məqalələrdən istifadə edilmişdir.

HACCP sisteminə gəldikdə isə nəzəri çərçivə Codex Alimentarius-un qəbul etdiyi yeddi prinsip və on iki tətbiq addımına əsaslanır. HACCP-in əsas prinsipləri (təhlükə təhlili, kritik nəzarət nöqtələrinin müəyyənləşdirilməsi, kritik hədlərin təyin edilməsi, nəzarət prosedurlarının qurulması, düzəldici tədbirlərin müəyyən olunması, təsdiqləmə prosedurları və sənədləşdirmə) qida müəssisələrində risklərin idarə olunmasının fundamental əsasını təşkil edir.

Bu araşdırmada HACCP sisteminin nəzəri tərəfi – onun yaranma tarixi, inkişafı və qida zəncirində rolu – mövcud ədəbiyyat və beynəlxalq təcrübə kontekstində təhlil edilmişdir. Eyni zamanda, Avropa Birliyi və digər qabaqcıl ölkələrin təcrübəsində HACCP-in hüquqi tələblər kimi necə tətbiq olunduğuna dair məlumatlar nəzərdən keçirilmişdir (məsələn, AB-nin 2006/EC saylı regulativinə əsasən HACCP prinsipləri bütün qida biznesləri üçün məcburidir).

Metodoloji yanaşma olaraq, ilkin mərhələdə mövcud statistik məlumatlar toplanmışdır. Azərbaycan üzrə qida sahəsində verilən rəsmi statistik göstəricilər (qida zəhərlənməsi halları, ixracda uyğunsuzluqlar və s.) AQTA və Səhiyyə Nazirliyinin hesabatlarından əldə edilmişdir. Məsələn, yuxarıda qeyd olunan qida zəhərlənmələri ilə bağlı rəqəmlər rəsmi açıqlamalardan

götürülmüşdür.

Bununla yanaşı, qanunvericilik aktları təhlil edilmişdir – xüsusən 2019-2025-ci illər üçün "Azərbaycan Respublikasında qida təhlükəsizliyinin təmin edilməsinə dair Dövlət Proqramı" və 2022-ci ildə qəbul edilmiş "Qida təhlükəsizliyi haqqında" Qanun. Bu sənədlərdən standartların tətbiqi ilə bağlı tələblər və hədəflər müəyyənləşdirilib (məs: Dövlət Proqramında 2025-ci ilədək iri müəssisələrin 90%-də qabaqcıl qida təhlükəsizliyi idarəetmə sistemlərinin tətbiqi hədəfi) [1].
Araşdırma zamanı həmçinin AQTA və Azərbaycan Standartlaşdırma İnstitutunun məlumatları, o cümlədən mətbuat açıqlamaları və onlayn resurslar incələnmişdir.
Praktiki yanaşmanı gücləndirmək üçün, Azərbaycanda real hadisələr və nümunələr üzərində dayanılmışdır. Mətbuat xəbərləri və AQTA-nın ictimai məlumatları əsasında HACCP və ISO 22000 standartlarının tətbiqinin müsbət təsirini və ya çatışmazlıqlarını göstərən olaylar seçilmişdir. Məsələn, idxal olunan qida məhsullarında aşkar olunan pozuntular (bir nümunədə salmonellaya görə Rusiya istehsalı 2 tonadək toyuq ətinin məhv edilməsi) və ya kütləvi qida zəhərlənməsi hadisələri (məsələn, 2024-cü ildə Qəbələ rayonunda bir toy mərasimində 55 nəfərin qidadan zəhərlənməsi) təhlil edilmişdir. Bu cür nümunələr vasitəsilə standartların praktikada nə dərəcədə tətbiq olunduğu və hansı sahələrdə boşluqlar olduğu müzakirə edilmişdir. Toplanmış məlumatlar deskriptiv təhlil metodları ilə işlənmiş, mövzunun xüsusiyyətinə uyğun olaraq müqayisəli və səbəb-nəticə əlaqələri qurulmuşdur. Nəticələrin təqdimatında aydınlıq üçün cədvəl, qrafik və diaqramlardan mümkün olduğu qədər istifadə edilməsə də (məqalə formatında), əsas göstəricilər mətn daxilində şərh edilmiş, mötəbər mənbələrdən götürülmüş sitatlar vasitəsilə təsdiqlənmişdir [4, 8].

Nəticələrin müzakirəsi

Araşdırma nəticələri göstərir ki, beynəlxalq qida təhlükəsizliyi standartlarının tətbiqi qida sektorunda risklərin azaldılması və idarə olunmasında əhəmiyyətli rol oynayır. HACCP sistemi qida zəncirində potensial təhlükələrin qarşısının alınmasında fundamental baza yaradır. Qlobal təcrübə bunu təsdiqləyir: inkişaf etmiş ölkələrin böyük əksəriyyətində HACCP prinsipləri artıq qanunvericiliyin ayrılmaz tələbi kimi tətbiq olunur və bunun nəticəsində qida mənşəli insidentlərin sayı kəskin azalıb. Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, ABŞ təcrübəsində 1990-cı illərdə ət məhsulları istehsalında HACCP-in məcburi tətbiqi qida mənşəli infeksiyaların statistik olaraq əhəmiyyətli dərəcədə – təxminən beşdə bir nisbətində – azalması ilə nəticələnmişdir [9].

Avropa Birliyi ölkələrində 2006-cı ildən bu yana bütün istehsalat və ictimai iaşə müəssisələrində HACCP-in tətbiqi tələb edilir və bu, Avropada genişmiqyaslı qida zəhərlənməsi hallarının minimuma enməsinə töhfə vermişdir. Beləliklə, HACCP-in effektivliyi qlobal səviyyədə sübut edilmişdir və Azərbaycan bu təcrübədən yararlanaraq öz qida sektorunda analoji nəticələr əldə etməyi hədəfləyir. Azərbaycanda qanunvericilik və institusional islahatlar nəticəsində HACCP və oxşar idarəetmə sistemlərinin tətbiqi sürətlənmişdir. 2019-2025 Dövlət Proqramında konkret hədəflər qoyulmuşdur: 2025-ci ilədək iri qida müəssisələrinin 90%-də, orta müəssisələrin isə 50%-də qabaqcıl qida təhlükəsizliyi idarəetmə sistemlərinin (HACCP, ISO 22000 və b.) tətbiqinə nail olunması planlaşdırılır. 2022-ci ildə qüvvəyə minən "Qida təhlükəsizliyi haqqında" Qanun bu hədəflərin hüquqi zəmində reallaşması üçün əsas yaradıb. Həmin qanuna görə, qida və yem məhsullarının istehsalı və emalı ilə məşğul olan sahibkarlıq subyektləri öz obyektlərində HACCP prinsiplərinə əsaslanan prosedurları tətbiq etməli və daxili nəzarət sistemini formalaşdırmalıdırlar. Qanun böyük müəssisələrə 2 il, kiçik və orta müəssisələrə 4 il keçid müddəti verərək mərhələli şəkildə HACCP sisteminin məcburi tətbiqini şərtləndirir.

Bu müddətlərin sonunda (yəni iri müəssisələr üçün 2024, KOB subyektləri üçün 2026-cı ilədək) bütün istehsalat zəncirinin HACCP-la əhatələnməsi nəzərdə tutulur. AQTA tərəfindən aparılan izahat işləri və nəzarət yoxlamaları göstərir ki, bir sıra müəssisələr artıq bu tələblərə uyğunlaşmağa başlayıb. 2023-cü ilin sonunda AQTA bəyan edib ki, HACCP sisteminin qurulması istiqamətində sahibkarlara metodiki dəstək verilir və qanunun tələblərinə əməl etməyənlər barəsində inzibati tədbirlər görüləcək. Bu, dövlət nəzarətinin gücləndiyini və standartların "kağız üzərində" qalmasının qarşısını almaq cəhdini göstərir.

ISO 22000 standartının tətbiqi Azərbaycanda həm yerli bazar, həm də ixrac yönümlü şirkətlər üçün aktuallıq qazanıb. 2022-ci ildə ISO 22000:2018 beynəlxalq standartı əsasında milli AZS ISO 22000:2022 standartı qəbul olunmuşdur [2].

Bu addım ölkədə qida təhlükəsizliyi idarəetmə sistemlərinin beynəlxalq tələblərə uyğunlaşdırılması istiqamətində atılan mühüm addımdır. ISO 22000 sertifikatını əldə etmək könüllü olsa da, bir çox aparıcı qida şirkətləri və emal müəssisələri rəqabət qabiliyyətini artırmaq üçün bu sertifikata yiyələnməyə maraq göstərir. Dünya üzrə 32 mindən çox təşkilatın ISO 22000 sertifikatlı olduğunu nəzərə alsaq, Azərbaycan şirkətlərinin də bu prosesdən geri qalmaması vacibdir. İndiyədək ölkəmizdə bir neçə böyük müəssisənin (məsələn, bəzi süd məhsulları və içki istehsalçılarının) ISO 22000 və ya onun əsasında hazırlanan FSSC 22000 kimi qlobal sertifikatlara yiyələndiyi məlumdur. Mütəxəssislər qeyd edir ki, ISO 22000 standartının tətbiqi təkcə daxili bazarda istehlakçıların inamını gücləndirmir, eyni zamanda Azərbaycan məhsullarının xarici bazarlara, xüsusən də Avropa İttifaqı ölkələrinə ixracını asanlaşdırır. Məsələn, son illərdə Azərbaycanın balıq kürüsü, meyvə-tərəvəz məhsulları və bir sıra emal olunmuş qidaları üçün Avropa bazarlarına ixrac icazələri əldə edilmişdirsə, bu, qismən ölkədə beynəlxalq qida təhlükəsizliyi standartlarına uyğun sistemlərin qurulması sayəsində mümkün olmuşdur. Beləliklə, ISO 22000 standartı Azərbaycanda qida sektorunda keyfiyyət infrastrukturunun bir parçasına çevrilməkdədir.

Araşdırma həmçinin göstərdi ki, standartların tətbiqi qida təhlükəsizliyi üzrə statistik göstəricilərə müsbət təsir etməkdədir. Son illərdə aşkar olunan qida mənşəli təhlükəli hadisələrin sayı tədricən azalma tendensiyası göstərir. Yuxarıda qeyd edilən rəsmi statistika (2015-2017 illərində qida zəhərlənmələrinin azalması) bunu təsdiqləyir. AQTA-nın məlumatlarına əsasən, qida sahəsində nəzarət tədbirləri gücləndirildikcə, sanitariya-gigiyena qaydalarının pozulması halları və istehlakçıların şikayətləri üzrə göstəricilər də aşağı düşməyə başlayıb. Məsələn, 2025-ci ilin yanvar ayında aparılmış 173 planlı yoxlamanın nəticələrinə görə 153 müəssisədə izlənəbilənlik sisteminin qurulmadığı müəyyən edilib ki, bu pozuntu ilə əlaqədar tədbirlər görülmüşdür. Bu cür reydlər müəssisələri standartlara əməl etməyə təşviq edir. Digər tərəfdən, hələ də müəyyən boşluqlar mövcuddur. Xüsusən də, ictimai iaşə sektorunda və kiçik sahibkarlıq subyektlərində qida təhlükəsizliyi sistemlərinin tam tətbiq olunmaması ara-sıra kütləvi zəhərlənmə hadisələrinə səbəb olur. 2024-cü ilin avqust ayında Qəbələ rayonunda bir toy mərasimində 55 nəfərin qidadan zəhərlənməsi buna misal ola bilər. Araşdırma göstərir ki, həmin hadisədə qida məhsulları restoranın özündən deyil, məclis sahibkarı tərəfindən kənardan gətirilib hazırlanmışdı. Bu isə belə tədbirlərdə qida təhlükəsizliyinə nəzarətin zəif ola biləcəyini üzə çıxarır. Həmin insidentdən sonra AQTA tərəfindən araşdırma aparılmış və toylar və digər kütləvi tədbirlərdə qida gigiyenasına nəzarətin gücləndirilməsi müzakirə mövzusu olmuşdur. Bu nümunə göstərir ki, standartlar və qanunlar mövcud olsa da, onların praktik tətbiqi və hər bir səviyyədə (hətta ev şəraitində və ya qeyri-rəsmi tədbirlərdə) riayət olunması vacibdir.

Müzakirə perspektivindən baxdıqda, aydın olur ki, ISO 22000 və HACCP kimi

standartların tam şəkildə həyata keçirilməsi üçün təkcə qanunvericilik bazasının olması yetərli deyil, həm də maarifləndirmə və təlim mühüm rol oynayır. Azərbaycanda bu istiqamətdə bəzi addımlar atılır – Azərbaycan Qida Təhlükəsizliyi İnstitutu (AQTİ) vaxtaşırı sahibkarlar üçün HACCP prinsipləri üzrə təlim və seminarlar təşkil edir [5].

Standartlaşdırma İnstitutu da AZS 400 və HACCP mövzusunda ixtisaslaşmış kurslar keçirmişdir. Lakin qida zəncirində çalışan personalın davamlı təlimatlandırılması və sertifikasiyadan keçirilməsi gərəkdir ki, kağız üzərində hazırlanmış HACCP planları real praktikada effektiv işləsin. Bundan əlavə, müəssisələrdə menecment mədəniyyətinin formalaşdırılması vacibdir – yəni, rəhbərlikdən başlayaraq hər bir işçinin qida təhlükəsizliyinə məsuliyyətli yanaşması. ISO 22000 standartı məhz bunun üçün rəhbərliyin öhdəlikləri, resursların ayrılması və daxili kommunikasiya kimi tələblər irəli sürür. Müzakirələr göstərdi ki, bəzi yerli müəssisələr artıq bu mədəniyyəti mənimsəməyə başlayıb, digərləri isə hələ də "minimum tələbləri qarşılamaq" düşüncəsindədir.

Nəticələrdən aydın olur ki, beynəlxalq standartların tətbiqi təkcə qida təhlükəsizliyi risklərini azaltmır, həm də iqtisadi faydalar gətirir. Standartlara əməl edən müəssisələrdə məhsulların geri çağırılması, istehlakçı narazılığı, beynəlxalq bazarlarda rəqabətsizlik kimi mənfi halların riski azalır. Əksinə, sertifikatlı və təhlükəsiz məhsul istehsal edən şirkətlər brend reputasiyasını möhkəmləndirir və yeni bazarlara çıxış imkanı qazanır. Azərbaycan kimi ixracyönümlü iqtisadiyyata malik ölkə üçün kənd təsərrüfatı və qida məhsullarının keyfiyyətinin beynəlxalq sertifikatlarla təsdiqi, qeyri-neft sektorunun inkişafı kontekstində strateji əhəmiyyət daşıyır. Bu mənada, HACCP və ISO 22000-in geniş tətbiqi ölkənin qida sektorunu yeni inkişaf mərhələsinə çıxara bilər.

Nəticə

Araşdırmanın yekunları göstərir ki, ISO 22000 və HACCP kimi beynəlxalq qida təhlükəsizliyi standartları Azərbaycanda qida təhlükəsizliyinin təmin olunmasında mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu standartlar qida zəncirinin hər halqasında sistemli nəzarət və profilaktik yanaşma təmin etməklə, həm istehlakçıların sağlamlığını qorumağa, həm də yerli məhsulların keyfiyyətini yüksəldərək onların rəqabət qabiliyyətini artırmağa xidmət edir. Son illərdə ölkədə qəbul edilmiş qanunvericilik aktları və dövlət proqramları göstərir ki, Azərbaycan hökuməti bu sahəyə ciddi prioritet verir və beynəlxalq təcrübəni milli sistemə inteqrasiya etməyə çalışır. Artıq ilk nəticələr də müşahidə olunmaqdadır: bir tərəfdən qida zəhərlənməsi hallarının rəsmi statistikada azalması, digər tərəfdən isə beynəlxalq sertifikata malik müəssisələrin sayının artması və ixrac imkanlarının genişlənməsi.

Lakin araşdırma eyni zamanda göstərir ki, qarşıda həllini gözləyən məsələlər də vardır. Standartların kağız üzərində qalmasının qarşısını almaq, onları ölkənin hər bir regionunda və hər ölçülü müəssisədə real olaraq həyata keçirmək əsas çağırışdır. Xüsusilə kiçik sahibkarlıq subyektlərinin və qeyri-rəsmi qida fəaliyyətlərinin (məsələn, kütləvi tədbirlərdə iaşə xidmətləri) nəzarətə cəlb edilməsi vacibdir. Bunun üçün müvafiq nəzarət qurumları ilə yanaşı, ictimaiyyətin də maarifləndirilməsi ön plana çıxır – istehlakçılar təhlükəsiz qida tələbi ilə çıxış etməli, sahibkarlar isə bunun bazar tələbi olduğunu anlamalıdırlar.

Nəticə etibarilə, ISO 22000 və HACCP standartlarının geniş tətbiqi Azərbaycanda qida təhlükəsizliyi sisteminin gücləndirilməsinə, qida mənşəli xəstəlik risklərinin minimuma endirilməsinə və ölkənin qida sektorunun beynəlxalq inteqrasiyasına təkan verir. Bu standartların uğurlu implementasiyası üçün dövlətin, özəl sektorun və cəmiyyətin birgə səyi tələb olunur.

Davamlı təlim, effektiv nəzarət və beynəlxalq əməkdaşlıq vasitəsilə Azərbaycan qida təhlükəsizliyi sahəsində qlobal ən yaxşı təcrübələrə uyğun yüksək səviyyəyə nail ola bilər. Beləliklə, araşdırmanın əsas qənaəti budur ki, beynəlxalq qida təhlükəsizliyi standartlarının düzgün tətbiqi və icrası Azərbaycan üçün həm sağlam cəmiyyət, həm də dayanıqlı və rəqabətqabiliyyətli qida sənayesi deməkdir.

Ədəbiyyat

1. "Azərbaycan Respublikasında qida təhlükəsizliyinin təmin edilməsinə dair 2019–2025-ci illər üçün Dövlət Proqramı"nın təsdiq edilməsi haqqında. https://faolex.fao.org/docs/pdf/aze 196436.pdf
2. Antiinhisar (2022). A new state standard for food safety has been adopted. https: //competition.gov.az/en/post/368/qida-tehlukesizliyine-dair-yeni-dovlet-standarti-qebul-edilib
3. Apa.az. Qida təhlükəsizliyi ilə bağlı Qanunda HACCP sisteminin tətbiqi nəzərdə tutulur. https://apa.az/social/qida-tehlukesizliyi-ile-bagli-qanunda-haccp-sisteminin-tetbiqi-nezerde-tutulur-690076
4. AQTA HACCP sisteminin tətbiqi ilə bağlı sahibkarlara müraciət edib. https://afsa.gov.az/az/xeberler/aqta-haccp-sisteminin-tetbiqi-ile-bagli-sahibkarlara-muraciet-edib
5. Azərbaycan Standartlaşdırma İnstitutu. https://azstand.gov.az/az/xeberler/haccp-prinsip lerinin-tetbiqi-ve-azs-400-uzre-telimlere-start-verilir
6. FAQ Food safety. https://www.afnor.org/en/food-safety/faq/
7. https://foodinfo.az/qida-tehlukesizliyi/ev-seraitinde-bas-veren-qida-zeherlenmeleri
8. Oxu.az. 55 nəfərin zəhərləndiyi toyun keçirildiyi restoranın sahibi danişdi. https://oxu.az/cemiyyet/azerbaycanda-toyda-40-nefer-zeherlendi
9. Weinroth, M.D., Belk, A.D., & Belk, K.E. (2018). History, development, and current status of food safety systems worldwide. Animal Frontiers, 8(4), 9–15. https://pmc.ncbi.nlm.nih. gov/articles/PMC6951898/

The role of international standards in ensuring food safety

Sevinc Adilova
Azerbaijan University of Tourism and Management, Department of Hotel and Restaurant Business
Master, Magistr, adilova.sevinc.2301@atmu.edu.az

ABSTRACT

The application of international food safety standards helps to provide consumers with safer food products on store shelves. The study analyzes the role of international standards such as ISO 22000 and HACCP in ensuring food safety. The study examined legislative acts, statistical indicators, reports of international organizations and real examples in Azerbaijan. The results show that food safety management based on HACCP principles is one of the most effective mechanisms for preventing foodborne diseases. For example, in the United States, an average of 20% decrease in the number of foodborne diseases was observed within the seven years after the implementation of the HACCP system. The ISO 22000 standard, by incorporating HACCP principles into the framework of an internationally recognized management system, allows organizations to keep risks under control at all stages of the food chain. More than 32 thousand organizations around the world have ISO 22000 certificates, which indicates that this standard is widely used on a global scale. Azerbaijan has also taken important steps in this direction in recent years: the Law "On Food Safety" requires food manufacturers to establish HACCP-based

systems, and the ISO 22000:2018 standard has been adopted as a national standard. Research results show that the application of these standards contributes to improving the level of food safety in Azerbaijan, reducing the number of food poisonings, and increasing consumer confidence. However, the problem of incomplete implementation still remains in some areas, and continuous monitoring and training are needed to ensure the effectiveness of the standards.

Ключевые слова: *Food safety, International standards, ISO 22000, HACCP, Azerbaijani food industry*

Роль международных стандартов в обеспечении безопасности пишевых продуктов

Севиндж Адилова
Азербайджанский Университет Туризма и Управления, Кафедра Гостиничного и Ресторанного Бизнеса
Магистр,adilova.sevinc.2301@atmu.edu.az

РЕЗЮМЕ.

Внедрение международных стандартов безопасности пищевых продуктов помогает гарантировать, что на полках магазинов потребители будут иметь более безопасные продукты питания. В исследовании анализируется роль международных стандартов, таких как ISO 22000 и HACCP, в обеспечении безопасности пищевых продуктов. В ходе исследования были изучены законодательные акты, статистические показатели, отчеты международных организаций и реальные примеры в Азербайджане. Результаты показывают, что управление безопасностью пищевых продуктов на основе принципов HACCP является одним из наиболее эффективных механизмов профилактики заболеваний пищевого происхождения. Например, в США в течение семи лет после внедрения системы HACCP наблюдалось снижение числа заболеваний пищевого происхождения в среднем на 20%. С другой стороны, стандарт ISO 22000 позволяет организациям контролировать риски на всех этапах пищевой цепочки путем включения принципов HACCP в международно признанную структуру системы менеджмента. Более 32 000 организаций по всему миру имеют сертификат ISO 22000, что свидетельствует о широком применении этого стандарта во всем мире. За последние годы в Азербайджане были предприняты важные шаги: Закон «О безопасности пищевых продуктов» обязывает производителей продуктов питания внедрять системы на основе HACCP, а стандарт ISO 22000:2018 был принят в качестве национального стандарта. Результаты исследований показывают, что внедрение данных стандартов способствует повышению уровня безопасности пищевых продуктов в Азербайджане, сокращению числа пищевых отравлений и повышению доверия потребителей. Однако в некоторых областях по-прежнему существует проблема неполного внедрения стандартов, и для обеспечения их эффективности необходимы постоянный мониторинг и обучение.

Ключевые слова: *Безопасность пищевых продуктов, Международные стандарты, ISO 22000, HACCP, Азербайджанская пищевая промышленность*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1761

TOXUMLARI SƏPİNDƏN ƏVVƏL MÜXTƏLİF DOZALARDA Γ-ŞÜALARLA İŞLƏNMİŞ NOXUD (*CİCER ARİETİNUM* L.) BİTKİSİNDƏ FOTOSİNTETİK PİQMENTLƏRİN MİQDARINA DUZ STRESİNİN TƏSİRİ

M.Z. Vəlicanova[1], E.S. Cəfərov[2]

Radiobiologiya laboratoriyası, Elm və Təhsil Nazirliyinin Radiasiya Problemləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan
[1]orcid.org/0000-0002-6859-4111, mehriban.velijanova@gmail.com
[2]orcid.org/0000-0003-4711-3283, elimkhan.jafarov@gmail.com

Xülasə

Təqdim olunan işdə müxtəlif konsentrasiyalarda duz stresinin noxud bitkisinin fotosintetik aparatının fəaliyyətinə təsinin nəticələri əks olunmuşdur. Duzun fotosintez prosesinə təsiri xlorofilin tərkibindəki kəmiyyət dəyişikliyinə əsasən qiymətləndirilmişdir. İonlaşdırıcı şüalanmanın bitkinin antioksidant mühafizə sistemini aktivləşdirə bilməsi və bunun nəticəsində onun yüksək duzluluq şəraitinə uyğunlaşma qabiliyyətini artıra biləcəyini nəzərə alaraq, bitkinin toxumları səpindən əvvəl müxtəlif dozalarda qamma-şüalarla işlənmişdir. Alınmış nəticələr yaşıl piqmentlərin sintezinin həm duz stresinin, həm də ionlaşdırıcı şüalanmanın təsirinə həssaslıq göstərdiyini söyləməyə əsas vermişdir. Müəyyən edilmişdir ki, toxumların səpindən əvvəl 50 Qr-a qədər dozada şüalandırılması 1-10 mM konsentrasiyalı duz stresi şəraitində noxud şitilinin inkişafına mənfi təsir göstərmir və bitkinin yarpaqlarında xlorofillərin normal sintezi baş verir. Bununla belə, toxumların eyni duz konsentrasiyalarında 50 Qr-dən yuxarı dozalarda şüalandırılması yaşıl piqmentlərin sintezinin ləngiməsinə səbəb olur. Maraqlıdır ki, 10 mM-dən yuxarı duz konsentrasiyalarında xlorofil sintezinin şüalanma dozasından asılılığı fərqli xarakter daşıyır. Belə ki, bu konsentrasiyalarda duz stresi aşağı şüalanma dozalarında (10 Qr-ə qədər) xlorofilin sintezinə mənfi təsir göstərirsə, yüksək dozalarda bu piqmentlərin sintezini stimullaşdırır. Toxumları səpindən əvvəl yüksək dozalarda şüalandırılan bitki şitillərində hətta yüksək duz konsentrasiyasında da xlorofillərin sintezinin artması faktı xüsusi maraq doğurur. Hesab edirik ki, buna səbəb yüksək dozada radiasiya şəraitində toxumların antioksidant müdafiə sisteminin fəallaşmasıdır ki, bunun da nəticəsində cücərtilər normal inkişaf edir və hətta güclü duz stresi şəraitində xlorofillərin normal sintezi baş verir.

***Açar sözlər**: Cicer arietinum L. (noxud), toxumların səpindən əvvəl şüalandırılması, γ-şüalanma, duz stresi, xlorofill a və b.*

GİRİŞ

Real şəraitlərdə bitkilər bəzən yüksək şoranlığın təsirini şəraitində inkişaf etməyə məcbur olurlar. Hesablamalar göstərir ki, yer kürəsinin kənd təsərrüfatı üçün yararlı olan torpaqların bu gün 30 %-ə qədəri yüksək şoranlığın təsirinə məruz qalmışlar [1].

İntensiv suvarma işlərinın aparılması yolu ilə şoran torpaqlardan istifadə isə torpağın su balansının pozulmasına səbəb olur ki, bu da bitkilərin həyatında mühüm rol oynayan ion

mübadiləsinin tənzimlənməsində problemlər yaradır [2].

Aydındır ki, bitkilərin şoranlığa (duz stresinə) ilkin reaksiyası fotosintez prosesində özünü göstərməlidir [3]. Bu halda duz stresinin təsiri birbaşa və yaxud da dolayısı ola bilər. Hesab olunur ki, birbaşa təsir halında ağızcıqlardan və mezofildən diffuziya hesabına CO_2 –nin mənimsənilməsinin ləngiməsi [4] və yaxud da fotosintezin özünün metabolizminin dəyişməsi [5] baş verə bilər. Duz stresinin dolayı təsirini isə oksidləşdirici stresin yarana bilməsi ilə əlaqələndirirlər ki, bu da digər ətraf mühit amilləri ilə birgə təsir şəraitində tamamilə yolverilən dir [6].

Qeyd edək ki, bitkilərin fotosintez prosesi səviyyəsində ətraf mühit amillərinə reaksiyası kifayət qədər mürəkkəb prosesdir. Bitkilərin stress amillərinə reaksiyası böyük sürətlə və paralel baş verən bir sıra fizioloji, hüceyrə və molekulyar prosesləri əhatə edir. Bu zaman bitkilərin əlverişsiz ətraf mühit şəraitinə uyğunlaşması üçün metabolik maşın bütövlükdə mobilizə olunmalıdır. Bu səbəbdən də stress amilinin bitkilərin bütövlükdə metabolizminə və konkret olaraq fotosintez prosesinə təsirinin əlamətlərini araşdırmaq kifayət qədər böyük dəqiqlik tələb edir.

İonlaşdırıcı şüalanmanın fotosintez prosesinə təsirinə dair aparılmış tədqiqat işləri bu prosesin radiasiyaya qarşı yüksək davamlılığa malik olduğunu göstərir [7]. Qeyd edək ki, hətta kiçik dozalarda belə fotosintezin intensivliyinin dəyişməsi müşahidə olunan bitkilər də mövcuddur. Məsələn, pambıq bitkisinin 5, 20, 100 Qr şüalanmaya məruz qalması 10 gündən sonra fotosintezin intensivliyinin azalmasına səbəb olur [8].

İonlaşdırıcı şüalanmanın bitkinin antioksidant müdafiə sistemini “fəallaşdıra” biləcəyini və onun yüksək şoranlıq şəraitinə adaptasiya qabiliyyətini artıra bicəyini nəzərə alaraq, noxud bitkisinin toxumları səpindən əvvəl müxtəlif dozalarda gamma şüalarla şüalandırılmış və şüalanmış toxumlar müxtəlif konsentrasiyalı duz məhlulunda yetişdirilmişdir. Belə bir şəraitdə duz stresinin fotosintez prosesinə təsiri xlorofillərin miqdar dəyişmələri əsasında qiymətləndirilmişdir.

Hesab edirik ki, bu istiqamətdə aparılan tədqiqat işləri bitkilərin stres şəraitinə adaptasiya mexanizmini aydınlaşdırmağa imkan verəcəkdir ki, bu da biomüxtəlifliyin qorunması və kənd təsərrüfatı bitkilərinin məhsuldarlığının artırılması üçün çox vacibdir.

Təcrübi hissə

Tədqiqat obyekti olaraq, noxud bitkisinin (*Cicer arietinum L.*) toxumlarından istifadə edilmişdir. Xlorofillərin miqdarı spektrofotometrik üsulla “*Ultrospec 3300 pro Amersham Biosciences”* spektrofotometrindən istifadə edilməklə müəyyən olunmuşdur.

Əkilmə şəraitinin yaradılması:

1. Noxud toxumları, ^{60}Co şüalanma mənbəyindən istifadə edilməklə, *1, 5, 10, 50* və *100 Qr* udulma dozalarında (udulma dozasının gücü bütün hallarda *0.048 Qr/san* olmuşdur) şüalandırılmışdır.

2. Şüalanmış toxumlar torpaq altında cücərməyə identik olaraq, qaranlıq şəraitdə (termostatda – Petri çaşkalarında) cücərdilmişdir.

3.Növbəti mərhələdə (4 gündən sonra) hər bir dozaya uyğun cücərtilər onların kontrol nümunəsi ilə birlikdə 1, 5, 10, 50, 100 mM konsentrasiyalı NaCl məhluluna malik 0,5 *l* - lik xüsusi qablara köçürülmüş və xüsusi kamerada (fitatronda) yerləşdirilmişdür. Bu halda da torpaqda yetişdirilməyə identik olan şərait yaradılmışdır. Kamerada 12 saatlıq fasilə ilə gecə-gündüz şəraiti yaradılmış, közərmə lampalarının (220 *V*, 150 *Vt*) köməyi ilə gündüz 23±1^oS, gecə isə 15±1^oS temperatur, lüminessent lampalarının köməyi ilə isə 37,6 Vt/m^2 həddində işıqlanma

şəraitləri yaradılmışdır. Kamerada gündüz 55%, gecə isə 70% - ə bərabər nisbi rütubətlilik yaradılmışdır.

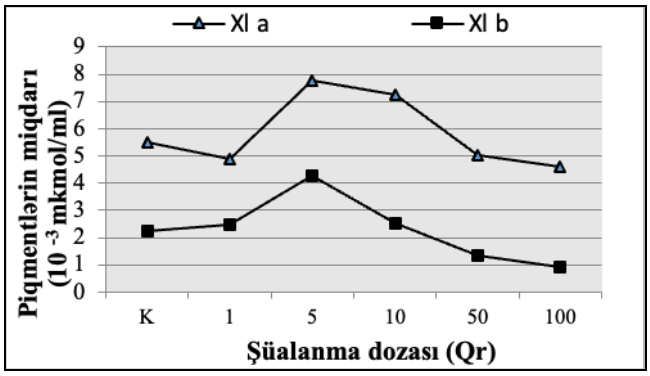
Bitki nümunələrində xlorofil a - nın, xlorofil b -nin miqdarının təyini.

Bu gün Sims və Gamon [9] tənliklərindən daha geniş istifadə olunmasını nəzərə alaraq, bitki yarpaqlarından ayrılmış toxumalarda xlorofillərin təyini üçün bu tənliklərdən istifadəni məqsədəmüvafiq hesab etmişik. Spektrofotometrik üsulla qarışıqların 537 nm, 647 nm və 663 nm dalğa uzunluqlarında optiki sıxlıqları müəyyənləşdirilmiş və yaşıl piqmentlərin miqdarı (konsentrasiyaları) *mkmol ml*$^{-1}$ – lərlə aşağıdakı düsturların köməyi ilə hesablanmışdır:

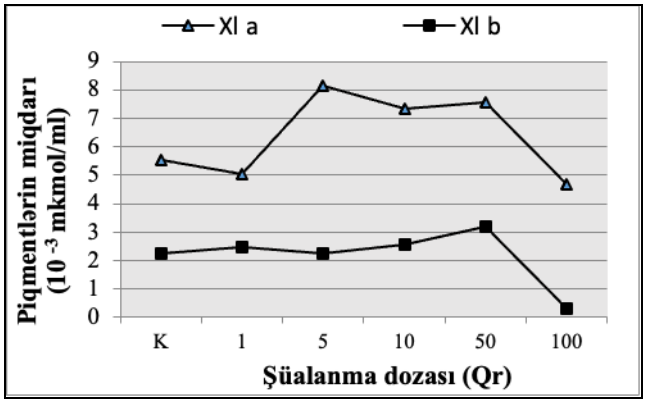
$$K_{xl.a} = 0.01373 \cdot A_{663} - 0.000897 \cdot A_{537} - 0.003046 \cdot A_{647}$$
$$K_{xl.b} = 0.02405 \cdot A_{647} - 0.004305 \cdot A_{537} - 0.005507 \cdot A_{663}$$

Alınmış nəticələr və onların izahı

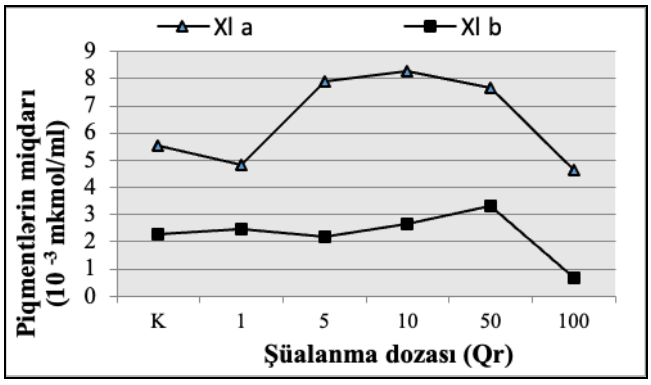
Toxumları səpindən əvvəl müxtəlif dozalarda γ – şüaların təsirinə məruz qalmış noxud bitkisinin duz stresi şəraitində yarpaqlarında xlorofillərin miqdarına dair aldığımız nəticələr 1-5 şəkillərdə öz əksini tapmışdır.



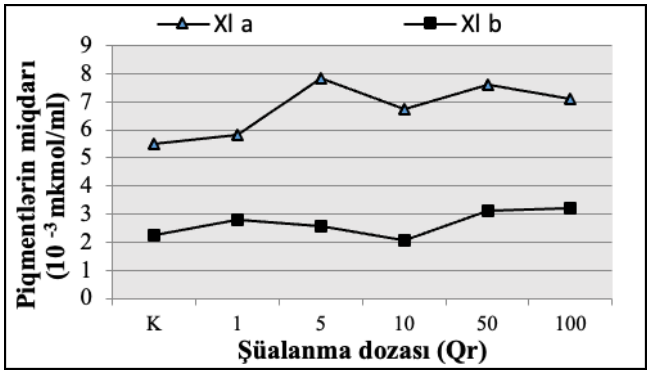
Şəkil 1. 1 mM konsentrasiyalı NaCl məhlulunda piqmentlərin miqdarının şüalanma dozasından asılı dəyişmə dinamikası



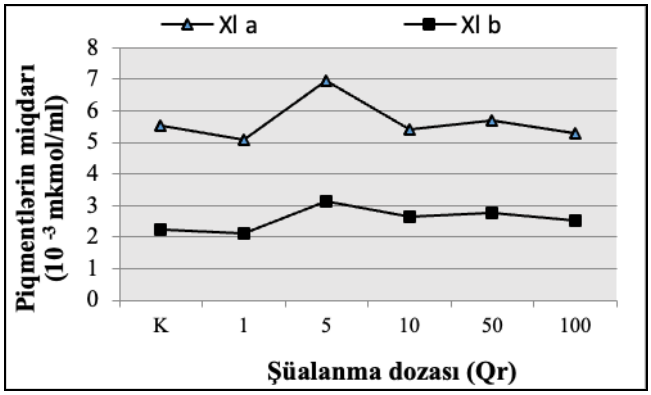
Şəkil 2. 5 mM konsentrasiyalı NaCl məhlulunda piqmentlərin miqdarının şüalanma dozasından asılı dəyişmə dinamikası



Şəkil 3. 10 mM konsentrasiyalı NaCl məhlulunda piqmentlərin miqdarının şüalanma dozasından asılı dəyişmə dinamikası



Şəkil 4. 50 mM konsentrasiyalı NaCl məhlulunda piqmentlərin miqdarının şüalanma dozasından asılı dəyişmə dinamikası



Şəkil 5. 100 mM konsentrasiyalı NaCl məhlulunda piqmentlərin miqdarının şüalanma dozasından asılı dəyişmə dinamikası

Nəticələrdən aydın olur ki, noxud toxumlarının 1-100 Qr doza intervalında şüalandırılması bitki cücərtilərinin 1mM konsentrasiyalı duz məhlulu şəraitində yetişdirilməsi zamanı xlorofillərin miqdarında nəzərəçarpacaq dəyişikliklər yarada bilmir. Bundan fərqli olaraq, səpindən əvvəl

toxumların 200 Qr şüalanmaya məruz qalması isə cücərti yarpaqlarında yaşıl piqmentlərin miqdarının xeyli azalmasına səbəb olur.

5 və 10 mM NaCl konsentrasiyaları halında da oxşar mənzərənin şahidi oluruq. Belə ki, bu konsentrasiyalarda da duz stresi xlorofil sintezinə, demək olar ki, təsir etmir.

Aldığımız təcrübi faktları ümumiləşdirməklə, aşağıdakı nəticələrə gəlmək olar:

- səpindən əvvəl toxumların 100 Qr şüalanma dozasına qədər γ-şüaların təsirinə məruz qalması noxud bitkisi cücərtilərinin 1-10 mM konsentrasiyalı NaCl məhlulunda inkişafına mənfi təsir göstərə bilmir və bitki yarpaqlarında normal xlorofil sintezi baş verir;
- toxumların 200 Qr dozada şüalandırılması isə bu duz konsentrasiyalarında xlorofil sintezinin ingibirləşməsi ilə nəticələnir.

Bu nəticələrə əsaslanaraq, müəyyən yəqinliklə hesab etmək olar ki, xlorofillərin miqdarının azalmasında əsas rolu duz deyil, böyük şüalanma dozası oynayır.

50 mM konsentrasiyalı NaCl halında isə fərqli mənzərənin şahidi oluruq. Belə ki, duz stresi aşağı şüalanma dozalarında (1 - 5 Qr) xlorofil sintezini cüzi ləngitdiyi halda, yuxarı dozalarda (10 - 100 Qr) onların sintezini sürətləndirir.

Xlorofil sintezində oxşar formada dəyişmə 100 mM duz konsentrasiyası halında da təkrarlanır və bu halda yuxarı dozalarda xlorofil sintezinin sürətlənməsi daha irimiqyaslı olur.

Toxumları nisbətən böyük dozalarda şüalanmaya məruz qalmış bitki cücərtilərinin hətta yüksək konsentrasiyalı duz məhlulunda belə daha yaxşı xlorofil sintez edə biməsi faktı kifayət qədər maraq doğuran nəticədir. Çox yəqin ki, bunun səbəbi yüksək dozalı şüalanmanın noxud toxumlarının antioksidant mühafizə sistemini fəallaşdırmasıdır ki, nəticədə bitki cücərtiləri duz stresi şəraitində belə normal inkişaf edir və normal xlorofil sintez edir.

Xlorofillərin miqdarının şüalanma dozasından və NaCl-un konsentrasiyaslından asılı dəyişməsinə dair aldığımız nəticələr yaşıl piqmentlərin sintezinin həm şüalanma dozasının, həm də duz stresinin təsirinə müəyyən qədər həssaslıq göstərə bilməsi fikrini söyləməyə əsas verir.

Diqqəti cəlb edən məqamlardan biri də bütün hallarda tədqiq olunan bitkinin, *xl. b* ilə müqayisədə, daha çox miqdarda *xl. a* – ya malik olması və hər iki piqmentin həm şüalanma dozasından, həm də duz konsentrasiyasından oxşar formada dəyişmə dinamikasına malik olmasıdır.

Ədəbiyyat

1.Unesco Water Portal. 2007. http://www.unesco.org/water. Accessed 25 October 2007

2. Passioura J. The drought environment: physical, biological and agricultural perspectives. Journal of Experimental Botany. Vol. 58, pp. 113–117, 2007.

3. Munns R, James RA, La¨uchli A. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. Journal of Experimental Botany. Vol. 57, pp. 1025–1043, 2006.

4. Flexas J, Diaz-Espejo A, Galme´s J, Kaldenhoff R, Medrano H, Ribas-Carbo M. Rapid variations of mesophyll conductance in response to changes in CO2 concentration around leaves. Plant, Cell & Environment. Vol. 30, pp. 1284–1298, 2007.

5. Lawlor DW, Cornic G. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. Plant, Cell & Environment. Vol. 25, pp. 275–294, 2002.

6. Chaves MM, Oliveira MM. Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture. Journal of Experimental Botany. Vol. 55, pp. 2365–2384, 2004.

7. Куликов Н.В., Альщиц Л.К., Позолотин А.А. Исследование радиорезистентности некоторых растений // Радиобиология. Т. 31, вып.4. с. 441–-446, 1991.

8. Назиров Н.Н. Действие ионизирующей радиации на интенсивность фотосинтеза и дыхание у

различных по скороспелости сортов хлорчатника. Физиология растений. Том 1, вып. 2, с. 328, 1964.
9. Sims D.A., Gamon J.A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages // Remote Sensing of Environment. Vol. 81, №.2-3, pp. 337-354, 2002.

Diagnosis of the causative agent of ring rot in potato tubers by isolation method

Valieva N.A.
Azerbaijan Institute of Food Safety, Azerbaijan, Baku
veliyeva.n@afsa.gov.az

ABSTRACT
Bacterial ring rot of potato (*Solanum tuberosum*), caused by the gram-positive coryneform bacterium *Clavibacter sepedonicus*, is an important quarantine disease that threatens the potato industry worldwide. This is a harmful organism that is included in the list of EOKZR A2, which can cause serious economic damage. Direct losses are associated with wilting and rotting of tubers in the field and in the warehouse. Even in the absence of symptoms, a significant decrease in yield can be observed. The pathogen is transmitted through seeds (through seed tubers, not through real seeds), which allows bacteria to be transmitted over long distances through infected tubers. This is the main reason why the fight against ring rot is a serious problem. The purpose of the work is to study the morphological and biochemical properties of *Slavibacter sepedonicus* - the causative agent of potato ring rot by the method of isolation.
Keywords: *potato, ring rot, tuber, pathogen, Claviabacter sepedonicus*

Диагностика возбудителя кольцевой гнили клубней картофеля методом изоляции

Валиева Н.А.
Азербайджанский институт безопасности пищевых продуктов, Азербайджан, Баку
veliyeva.n@afsa.gov.az

РЕЗЮМЕ
Бактериальная кольцевая гниль картофеля (*Solanum tuberosum*), вызываемая грамположительной коринеформной бактерией *Clavibacter sepedonicus*, является важным карантинным заболеванием, которое угрожает картофелеводству во всем мире. Это вредоносный организм, включенный в список EOKZR A2, который может нанести серьезный экономический ущерб. Прямые потери связаны с увяданием и гниением клубней в поле и на складе. Даже при отсутствии симптомов может наблюдаться значительное снижение урожайности. Возбудитель передается через семена (через семенные клубни, а не через настоящие семена), что позволяет бактериям передаваться на большие расстояния через зараженные клубни. Это главная причина, по которой борьба с кольцевой гнилью является серьезной проблемой. Цель работы – изучение морфологических и биохимических свойств возбудителя кольцевой гнили картофеля Slavibacter sepedonicus методом изоляции.
Ключевые слова: *картофель, кольцевая гниль, клубень, возбудитель, Claviabacter sepedonicus*

DOI: 10.32010/PAHTEI30062025-1767

THE EFFECT OF PARA-AMINOBENZOIC ACID + Ni_2SO_4 COMPLEX COMPOUND ON THE PROLIFERATION STAGE OF "VSL-2" PLANT DURING IN VITRO MICROCLONAL PROPAGATION

A.Sh. Aliyeva[1], E.T. Mahmudov[2], E.M. Movsumov[3], T.M. Babayeva[4], O.A. Qurbanov[5]

[1,4] **Sumgayit State University, Azerbaijan**
[2,3,5] **Azerbaijan State Agricultural University, Azerbaijan**
[1] [0000-0001-5725-7518]
[2] [0009-0000-4159-3664]
[3] [0000-0002-0791-373X]
[4] [0000-0002-6217-6103]
[5] [0009-0005-6853-736X]

Abstract

This study investigates the synthesis, structural analysis, and biological effects of a novel complex compound based on para-aminobenzoic acid and nickel (Ni). The complex compound was characterized using multiple analytical techniques, including FT-IR spectroscopy, thermogravimetric analysis, and crystallography.

This compound was applied at different concentrations during the in vitro propagation of the VSL-2 plant. The development and proliferation parameters of plants cultivated in an optimized nutrient medium supplemented with the complex compound demonstrated significant improvements.

The innovative aspect of this research lies in the synthesis of a novel complex compound composed of para-aminobenzoic acid and nickel ions, as well as the investigation of its potential applications in plant biotechnology. For the first time, the VSL-2 plant was exposed to varying concentrations of this complex under in vitro conditions, and its effects on the proliferation stages were thoroughly analyzed.

Keywords: *para-aminobenzoic acid, nickel complexes, FT-IR spectroscopy, thermogravimetric analysis, in vitro, plant development, biologically active substance*

Introduction

In recent years, rapid advancements have been observed in the field of plant biotechnology, which play a crucial role in the in vitro cultivation of various plant species and in maintaining their genetic stability. The primary objective of these technologies is the propagation of plant materials under sterile conditions, acceleration of breeding programs, and the development of new, more productive, and disease-resistant cultivars. The composition of the culture medium used in this process directly affects plant growth, and the addition of various chemical compounds to the medium is a critical factor in stimulating plant development.

Nickel is recognized as the seventeenth essential element for plant growth and development (Liu, 2001). It constitutes a functional component of eight enzymes, including Glx I (EC 4.4.1.5), ARD (EC 1.13.11.54), Ni-SOD (EC 1.15.1.1), hydrogenase (EC 1.12.98.2), MRC (EC 2.8.98.2), CODH (EC 2.3.1.169), and urease (EC 3.5.1.5), also known as urea amidohydrolase, which is of

paramount importance for nitrogen metabolism in plants (Cotton et al.,1999, (Miessler et al., 2014, Nakamoto, 2008, Housecroft et al., 2018, Hassan et al., 2019). Recently synthesized novel coordination compounds based on para-aminobenzoic acid and nickel (Ni) are considered promising agents for use in the microclonal propagation of plants under in vitro conditions. The synthesis of such complexes, their structural characterization using various analytical techniques, and the evaluation of their biological activity constitute significant directions in contemporary scientific research.

Innovative Aspect of the Research

The innovative aspect of this study lies in the synthesis of a novel coordination complex composed of para-aminobenzoic acid and nickel ions, and the evaluation of its potential application in plant biotechnology. For the first time, this complex was applied at various concentrations in the in vitro culture of the VSL-2 plant, and its effects on the proliferation stage were comprehensively analyzed. Furthermore, the structural characterization of the complex using FT-IR spectroscopy, thermogravimetric analysis, and crystallographic methods provides valuable insights into its chemical properties.

This article assesses the chemical structure of the synthesized complex through FT-IR spectroscopy, thermogravimetric analysis, and crystallographic techniques, and evaluates its influence on the development of VSL-2 plants during microclonal propagation. Detailed data are presented on the impact of the complex, applied at different concentrations, on key plant growth indicators, particularly during the proliferation phase.

In this study, the synthesis, structural analysis, and biological effects of a newly synthesized coordination compound based on para-aminobenzoic acid and nickel (Ni) were investigated. The synthesis was performed using stoichiometrically balanced chemical reagents, and the crystalline structure of the resulting product was examined microscopically. The complex was characterized by multiple analytical methods, including FT-IR spectroscopy, thermogravimetric analysis (TGA), and crystallography. FT-IR spectra were used to investigate the absorption frequencies of carboxyl groups, confirming the ionic nature of the coordination. The thermal decomposition process occurred in four distinct stages, and associated structural transformations were tracked accordingly.

Additionally, the compound was applied at varying concentrations during the micropropagation of VSL-2 plants. Significant improvements in plant development and proliferation parameters were observed when the complex was introduced into the culture medium. Notably, at a concentration of 1 mg/L, a high success rate (90%) in the proliferation phase and accelerated growth were recorded. The findings indicate that the synthesized coordination complex may serve as an effective bioactive agent for stimulating plant development in in vitro culture systems.

Materials and Methods

The coordination complex was synthesized using the following procedure:

Para-aminobenzoic acid (2.74 g, 0.01 mol; GOST 6-09-3395-78) and sodium bicarbonate (1.68 g, 0.02 mol; GOST 2156-76) were accurately weighed in stoichiometric proportions and added to a 250 mL beaker, followed by the addition of 100 mL of ultrapure distilled water. The resulting mixture was stirred and heated at 70–80°C for 3 minutes using a “Daihan Scientific

Hotplate Stirrer MSH-20A" magnetic stirrer.

Separately, nickel(II) sulfate heptahydrate (2.80 g, 0.02 mol; GOST 4465-74) was weighed using a "Kern ABJ220-4NM" analytical balance, dissolved in ultrapure distilled water, and stirred for 3 minutes at 50–60°C. The prepared solution was then cooled to room temperature (approximately 20°C).

Upon cooling, a white precipitate formed, which was separated by vacuum filtration using filter paper (Brown, 2001, Braga et al., 2000, George et al., 2008). The resulting precipitate was left to stand in a dark place at room temperature (20°C) for 48 hours, leading to the appearance of transparent crystals.

The obtained crystal samples were subjected to preliminary microscopic examination under a "Nikon-SMZ745T" microscope to assess their crystalline morphology (Figure 1, Figure 2).

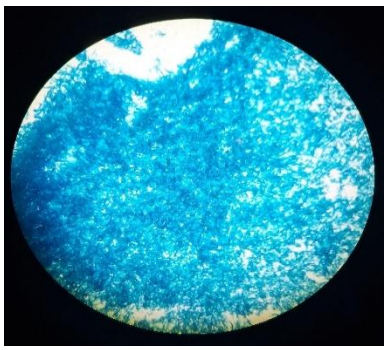


Figure 1.

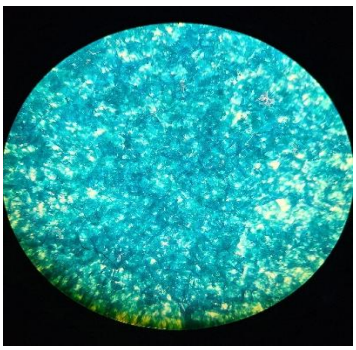


Figure 2.

The crystalline precipitate was transferred to a desiccator containing anhydrous calcium chloride ($CaCl_2$) and dried to constant weight (Silverstein et al., 2014, Kutzke, 2002). Elemental composition analysis was subsequently performed using a "Carbo-Erba CHNSO" elemental analyzer, which enabled the determination of the compound's empirical formula.

The reaction yield was calculated to be 79.45%.

Theoretical elemental composition (%):

C – 18.09%; H – 1.54%; Co – 22.94%

Empirical formula: $(NH_2–C_6H_4–COO)_2Co(II)\cdot 4H_2O$

Experimental elemental composition (%):

C – 18.24%; H – 1.10%; Co – 22.85%

The FT-IR spectrum of the synthesized complex was recorded in the 4000–250 cm^{-1} region using a KBr pellet on a "Perkin-Elmer 100 FT-IR" spectrophotometer (Figure 3).

The IR spectrum of the synthesized complex exhibited a characteristic absorption band at 1600 cm^{-1}, which corresponds to the asymmetric stretching vibration of the carboxylate group ($\nu_{as}(COO^-)$) (Figure 1). An additional absorption was observed at 1346 cm^{-1}, attributed to the symmetric stretching vibration ($\nu_{s}(COO^-)$) of the same group. The difference between these two frequencies ($\Delta\nu = \nu_{as} - \nu_{s}$) can be used to deduce the coordination mode of the carboxylate oxygen atoms to the central metal ion. Specifically, if $\Delta\nu < 200$ cm^{-1}, the carboxylate group typically coordinates in a bidentate or bridging bidentate manner; however, if $\Delta\nu > 200$ cm^{-1}, a monodentate or ionic coordination is more likely.

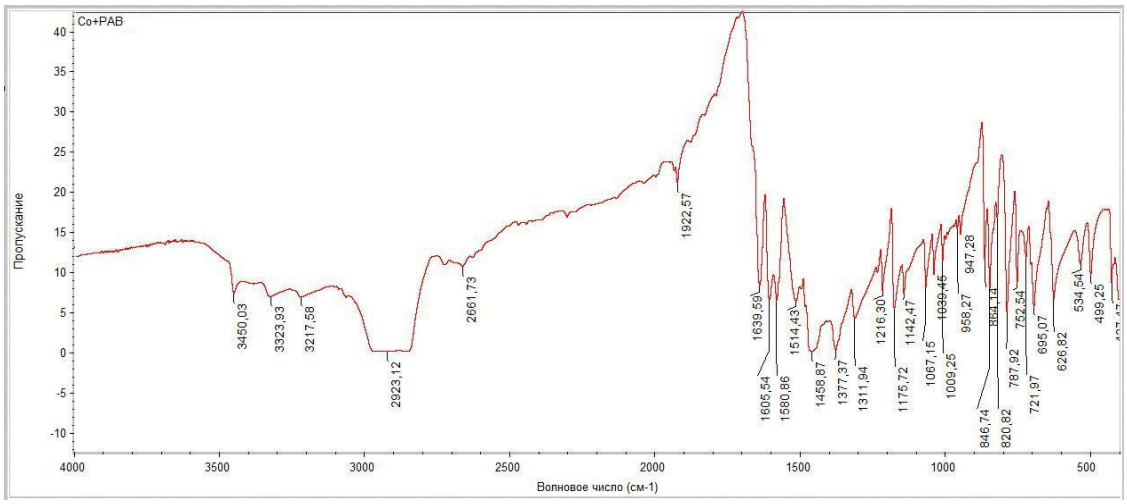


Figure 3.

In the case of the synthesized Ni(II) complex, Δν was calculated as follows:

$\Delta\nu = 1600\ cm^{-1} - 1377\ cm^{-1} = 223\ cm^{-1}$.

This value indicates that the oxygen atoms of the carboxylate group in para-aminobenzoic acid coordinate to the Co(II) cation in an ionic fashion (Kutzke, 2002).

The thermal behavior of the complex was studied using a "NETZCH STA-449, FZA-0836 M" thermogravimetric analyzer (Figure 4). The thermolysis process occurred in four distinct stages:

Stage I (170–230 °C): The release of four water molecules from the coordination sphere, evidenced by an endothermic peak around 195 °C.

Stage II (200–360 °C): Structural transformation of the dehydrated complex into a dimeric form.

Stage III (370–450 °C): Decomposition of the dimer and formation of hydrocarbon residues along with the intermediate compound $NiCO_3$, indicated by an exothermic peak at 445 °C.

Stage IV (460–720 °C): Final decomposition of $NiCO_3$ into NiO.

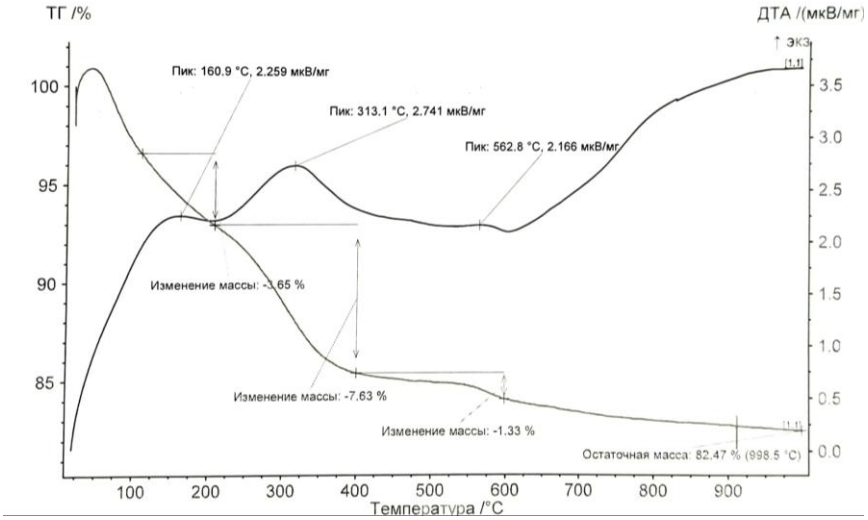


Figure 4.

Following the preparation of the mother solution of the synthesized complex compound, the Murashige & Skoog (MS, 1962) culture medium was formulated to support the proliferation phase of *VSL-2* plant tissue. Selection of the most appropriate nutrient medium was based on the specific biological requirements of the selected plant specimen. For medium preparation, a standard combination of macro- and micronutrients, plant growth hormones, vitamins, and agar was used. To enrich the micronutrient composition of the MS medium, the synthesized para-aminobenzoic acid + $NiSO_4 \cdot 7H_2O$ complex compound was added (Smith, 2012, Pierik, 1997, Gaspar et al., 2003). Specifically, 1.0, 1.5, and 2.0 g of the complex were accurately weighed using a "Kern ABJ220-4 NM" analytical balance and dissolved in 100 mL of distilled water. The solutions were stirred at 90 °C on a “Daihan Scientific Hotplate Stirrer MSH-20A” until complete clarification was achieved. To induce gelation of the medium, 6.4 g of agar-agar was added, and the mixture was boiled at 100 °C for 50 minutes under continuous stirring until a transparent gel-like consistency was obtained. The resulting media were poured into subculture vessels and sterilized in an autoclave at 121 °C for 20 minutes.

Preparation of Nutrient Medium for the VSL-2 Plant

Three different 200 mL nutrient media were prepared, in which the complex compound was applied at three different concentrations, along with a standard nutrient medium. Specifically, the complex compound was added at concentrations of 1 mg, 1.5 mg, and 2 mg to each of the three media, respectively.

Initially, stock solutions were prepared for the standard nutrient medium. These solutions were individually composed of five macroelement salts, seven microelement salts, and an iron source. The quantities of the respective salts used for the preparation of these solutions are presented in Table 1.

Table 1. Composition of stock solutions for Murashige & Skoog (MS) medium preparation

Component type	Reagent	Mass (mg)	Mass (g)	Dilution volume (mL)	Volume used (mL)
Macronutrients	Ammonium nitrate (NH_4NO_3)	16500	16.5	100	10
	Potassium nitrate (KNO_3)	1900	1.9	100	10
	Magnesium sulfate·$7H_2O$ ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$)	3700	3.7	100	10
	Potassium dihydrogen phosphate (KH_2PO_4)	1700	1.7	100	10
	Calcium chloride·$2H_2O$ ($CaCl_2 \cdot 2H_2O$)	4400	4.4	100	10
Iron	Ferrous sulfate·$7H_2O$ ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$)	557	5.57	100	5
	Disodium EDTA·$2H_2O$ ($Na_2EDTA \cdot 2H_2O$)	745	7.45	–	–
Micronutrients	Manganese sulfate·$4H_2O$ ($MnSO_4 \cdot 4H_2O$)	2230	2.23	100	1
	Zinc sulfate·$7H_2O$ ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$)	860	0.86	–	–
	Boric acid (H_3BO_3)	620	0.62	–	–
	Potassium iodide (KI)	83	0.083	–	–
	Sodium molybdate·$2H_2O$ ($Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$)	25	0.025	–	–
	Copper sulfate·$5H_2O$ ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)	2.5	0.0025	–	–
	Cobalt chloride·$6H_2O$ ($CoCl_2 \cdot 6H_2O$)	2.5	0.0025	–	–

As shown in Table 1, macronutrients are mixed separately, while micronutrients are weighed in the appropriate volumes and dissolved in 100 mL of water. To carry out the experiment, three different volumes of the complex compound are added to the micronutrient stock to prepare three stock solutions.

In the next step, four culture media (3 variants, 1 standard) are prepared, each with a volume of 200 mL, using the prepared stocks.

Table 2. The composition of the standard culture medium

Reagents	Unit of Measurement	Quantity
NH_4NO_3	mL	10
KNO_3	mL	10
KH_2PO_4	mL	10
$CaCl_2$	mL	10
$MgSO_4$	mL	10
Micronutrients	mL	1
Iron chelate	mL	5
B1	mL	0.5
B6	mL	0.5
PP	mL	0.5
C	mL	1
BAP	mL	0.5
GA3	mL	0.01
Sucrose	g	30
Agar	g	6

After the standard nutrient medium is prepared, three different nutrient media are prepared in which the complex compound is applied. As mentioned above, the $NiSO_4 \cdot 7H_2O$ salt of the synthesized complex compound is added to the micronutrient stock.

Table 3.

	Reagents	Mass (mg)	Mass (g)	Water to be added (mL)	Volume used (mL)
Micronutrient salts	$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	2230	2.23	100	1
	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	-	-	-	-
	H_3BO_3	620	0.62	-	-
	KI	83	0.083	-	-
	$Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$	25	0.025	-	-
	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	2.5	0.0025	-	-
	$CoCl_2 \cdot 6H_2O$	2.5	0.0025	-	-
	PAB + $NiSO_4$	1, 1.5, 2	-	-	-

In vitro preparation stage of VSL-2 plant

Initially, 20-30 cm long cuttings from 1-year-old green branches with adventitious buds

were transferred to the laboratory. The plant stems were cleaned of leaves and then cut into 1-2 cm pieces, ensuring that each node contained one adventitious bud. The cut samples were sorted according to their mechanical hardness, as this would affect their sterilization. The purpose of sorting is to ensure that the samples can be sterilized properly and uniformly in terms of their structure and cutting time. The grouped samples were wrapped in gauze bags and shaken three times in distilled water for surface sterilization. Each bag contained 30 plant samples, and a total of 120 plants were prepared. The cleaned samples underwent a three-step sterilization process, as follows:

1. Fairy
2. Fungicide
3. Sodium hypochlorite (NaOCl)

In the first step, a 250 ml laboratory beaker was used, and 3 ml of Fairy detergent was added. The mixture was then stirred with 200 ml of distilled water until foaming was observed. The plant samples wrapped in gauze were submerged in the solution, the beaker was tightly sealed, and the mixture was shaken for 6 minutes at 150 rpm using a Daihan Scientific SHO-2D shaker. After completing the sterilization process, the plants were rinsed with distilled water.

As a continuation of the process, 25 g of Captan 50 WP fungicide ($C_9H_8Cl_3NO_2S$) was weighed using a Kern PFB 1200-2 balance and added to a 2-liter chemical beaker. It was then mixed with 1 liter of distilled water using a magnetic stirrer for a duration of 6 minutes. The resulting solution was transferred into a 300 ml container, into which plant samples were immersed. The container was sealed tightly and placed on a shaker, where it was agitated at 180 rpm for 5–10 minutes, depending on the mechanical rigidity of the samples. Upon completion of this step, the plant samples were rapidly rinsed with distilled water to completely remove any residual fungicide and were kept in the same clean water for the subsequent stage.

In the next and final sterilization step, 300 ml of 20% sodium hypochlorite (NaOCl) solution was poured into a 500 ml laboratory beaker, and the plant samples were transferred into this solution. The beaker was sealed tightly and placed on a shaker, where it was agitated at 180 rpm for 15 minutes. Finally, the container was opened under a Laminar Flow Hood, and the plant samples were thoroughly rinsed in pre-autoclaved water (sterilized at 121°C for 15 minutes) until all air bubbles disappeared. The samples were then stored in clean water in preparation for the next stage, which involved in vitro cultivation.

In Vitro Proliferation Stage of the VSL-2 Plant

Plantlets that had successfully completed the initiation stage were transferred to the subsequent phase—namely, the proliferation stage. For this phase, the nutrient medium was prepared based on 3% sucrose and 7% agar. The stock solution, containing microelements, was supplemented with the complex compound in the same manner as before (Table 3). The plants were subcultured across four passages, each lasting 23 days. During each passage, the nutrient medium was prepared using the same formulation without any changes in composition.

The environmental conditions in the growth chamber were maintained at 23°C and 55% relative humidity. Compared to the control group, accelerated shoot development was observed in plants cultured in the medium supplemented with the complex compound. During the subculture process conducted at the end of each passage, an average of four new shoots per plant was recorded, while this number was limited to a maximum of 2–3 in the control group.

Discussion

The conducted research provides a comprehensive evaluation of the effect of a synthesized complex compound—based on para-aminobenzoic acid and nickel—on the propagation of the VSL-2 plant. The results indicate that the synthesized complex positively influenced plant growth and development. Notably, a high success rate of 90% was recorded during the proliferation stage when the complex was applied at a concentration of 1.5 mg.

This outcome suggests that the complex enhanced the metabolic activity of plant cells, thereby creating favorable conditions for accelerated growth and development. Structural analysis of the complex using FT-IR spectroscopy confirmed the ionic coordination mode of the carboxyl groups. Thermogravimetric analysis revealed that the thermal decomposition of the complex occurred in four distinct stages, each characterized by structural transformation. These findings indicate that the complex is both stable and effective, demonstrating substantial potential for application in plant biotechnology.

Conclusion

The results of this study demonstrate that the newly synthesized complex compound derived from para-aminobenzoic acid and nickel ions can be successfully applied in the in vitro micropropagation of plants. The complex stimulated plant growth and development, achieving high efficiency during the proliferation stages. In particular, a 90% success rate at the 1.5 mg concentration confirmed the high effectiveness of the complex. Structural characterization and thermogravimetric analysis verified the compound's stability and functionality. Based on these findings, the synthesized complex is considered a promising bioactive agent for applications in plant biotechnology.

Final Remarks

This study has identified that the complex compound synthesized from para-aminobenzoic acid and nickel possesses significant potential for application in plant biotechnology. Detailed structural characterization via FT-IR spectroscopy and thermogravimetric analysis confirmed that the compound is both stable and functionally active. The application of the complex in the micropropagation of the VSL-2 plant led to marked improvements in plant development, particularly during the proliferation stage at a 1.5 mg concentration, where a success rate of 90% was recorded.

These results suggest that the synthesized complex compound can serve as an effective bioactive agent in promoting plant growth. The findings pave the way for broader investigation into its effects on various plant species and the integration of other metal–ligand complexes into plant biotechnology. Consequently, this work provides a significant scientific contribution in terms of chemical synthesis, structural analysis, and biological application.

References

1. Hassan, M. U., Chattha, M. U., Khan, I., Chattha, M. B., Aamer, M., Nawaz, M., Ali, A., Khan, M. a. U., & Khan, T. A. (2019). Nickel toxicity in plants: reasons, toxic effects, tolerance mechanisms, and remediation possibilities—a review. Environmental Science and Pollution Research, 26(13), 12673–12688. https://doi.org/10.1007/s11356-019-04892-x
2. Cotton, F. A., & Wilkinson, G. (1999). Advanced Inorganic Chemistry. Wiley-Interscience.
3. Miessler, G. L., Fischer, P. J., & Tarr, D. A. (2014). Inorganic Chemistry. Pearson.

4. Nakamoto, K. (2008). Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds. Wiley.
5. Housecroft, C. E., & Sharpe, A. G. (2018). Inorganic Chemistry. Pearson.Silverstein, R. M., Webster, F. X., & Kiemle, D. J. (2014). Spectrometric Identification of Organic Compounds. Wiley.
6. Kutzke, H. (2002). X-ray Diffraction Studies on Coordination Compounds. Springer.
7. Brown, M. E. (2001). Introduction to Thermal Analysis: Techniques and Applications. Springer.
8. Braga, D., & Grepioni, F. (2000). Crystal Engineering: From Molecules and Crystals to Materials. Springer.
9. George, E. F., Hall, M. A., & De Klerk, G.-J. (2008). Plant Propagation by Tissue Culture. Springer.
10. Smith, R. H. (2012). Plant Tissue Culture: Techniques and Experiments. Academic Press.
11. Pierik, R. L. M. (1997). In Vitro Culture of Higher Plants. Springer.
12. Gaspar, T., Kevers, C., Faivre-Rampant, O., Crèvecoeur, M., Penel, C., Greppin, H., & Dommes, J. (2003). Plant hormones and plant growth regulators in plant tissue culture. In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant, 39(2), 85-96.

PARA-AMINOBENZOE TURŞUSU + Ni_2SO_4 KOMPLEKS BİRLƏŞMƏSİNİN İN VITRO MİKROKLONAL ÇOXALMA ZAMANI "VSL-2" BİTKİSİNİN PROLİFERASİYA MƏRHƏLƏSİNƏ TƏSİRİ

A.Ş. Əliyeva[1], E.T. Mahmudov[2], E.M. Mövsümov[3], T.M. Babayeva[4], O.A. Qurbanov[5]

[1,4] Sumqayıt Dövlət Universiteti, Azərbaycan
[2,3,5] Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti, Azərbaycan

[1] [0000-0001-5725-7518]
[2] [0009-0000-4159-3664]
[3] [0000-0002-0791-373X]
[4] [0000-0002-6217-6103]
[5] [0009-0005-6853-736X]

Xülasə

Bu tədqiqat para-aminobenzoe turşusu və nikel (Ni) əsasında sintez olunmuş yeni kompleks birləşmənin sintezi, struktur analizi və bioloji təsirlərini araşdırır. Kompleks birləşmə FT-IR spektroskopiyası, termoqravimetrik analiz və kristalloqrafiya daxil olmaqla müxtəlif analitik üsullarla xarakterizə edilmişdir.

Bu birləşmə "VSL-2" bitkisinin in vitro çoxaldılması zamanı müxtəlif konsentrasiyalarda tətbiq edilmişdir. Kompleks birləşmə ilə zənginləşdirilmiş optimallaşdırılmış qida mühitində yetişdirilən bitkilərin inkişaf və proliferasiya parametrlərində əhəmiyyətli artımlar müşahidə olunmuşdur.

Tədqiqatın yeniliyi para-aminobenzoe turşusu və nikel ionları əsasında yeni kompleks birləşmənin sintezi, həmçinin onun bitki biotexnologiyasında potensial tətbiqinin araşdırılmasından ibarətdir. İlk dəfə olaraq, "VSL-2" bitkisi in vitro şəraitdə bu kompleksin müxtəlif konsentrasiyalarına məruz qalmış və onun proliferasiya mərhələlərinə təsiri ətraflı təhlil edilmişdir.

Açar sözlər: *para-aminobenzoe turşusu, nikel kompleksləri, FT-IR spektroskopiyası, termoqravimetrik analiz, in vitro, bitki inkişafı, bioloji aktiv maddə.*

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОГО СОЕДИНЕНИЯ ПАРА-АМИНОБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ + Ni_2SO_4 НА СТАДИЮ ПРОЛИФЕРАЦИИ РАСТЕНИЯ “VSL-2” ПРИ IN VITRO МИКРОКЛОНАЛЬНОМ РАЗМНОЖЕНИИ

А.Ш. Алиева[1], Э.Т. Мамедов[2], Э.М. Мовсумов[3], Т.М. Бабаева[4], О.А. Курбанов[5]

[1,4] Сумгайытский Государственный Университет, Азербайджан
[2,3,5] Азербайджанский Государственный Аграрный Университет, Азербайджан

[1] [0000-0001-5725-7518]
[2] [0009-0000-4159-3664]
[3] [0000-0002-0791-373X]
[4] [0000-0002-6217-6103]
[5] [0009-0005-6853-736X]

Аннотация

В данной работе исследованы синтез, структурный анализ и биологические эффекты нового комплексного соединения на основе пара-аминобензойной кислоты и никеля (Ni). Комплексное соединение было охарактеризовано с использованием различных аналитических методов, включая ИК-спектроскопию (FT-IR), термогравиметрический анализ и кристаллографию.

Это соединение применялось в различных концентрациях при in vitro размножении растения VSL-2. Параметры развития и пролиферации растений, выращенных в оптимизированной питательной среде с добавлением комплексного соединения, показали значительное улучшение.

Новизна исследования заключается в синтезе нового комплексного соединения, состоящего из пара-аминобензойной кислоты и ионов никеля, а также в исследовании его потенциального применения в биотехнологии растений. Впервые растение VSL-2 подвергалось воздействию различных концентраций этого комплекса в условиях in vitro, и его влияние на стадии пролиферации было детально проанализировано.

Ключевые слова: *пара-аминобензойная кислота, комплексы никеля, ИК-спектроскопия (FT-IR), термогравиметрический анализ, in vitro, развитие растений, биологически активное вещество*.