

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI
ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ

AZƏRBAYCAN TEXNOLOGİYA
UNİVERSİTETİ



ELMİ XƏBƏRLƏR
НАУЧНЫЕ ВЕСТИ
SCIENTIFIC NEWS

№ 2
GƏNCƏ - 2026

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

«ELMİ XƏBƏRLƏR» məcmuəsi

Jurnal AQRIS, International Scientific Indexing (ISI), International Institute of Organized Research (I2OR), Journal factor, Cite factor, Academic Scientific Journals, Scientific Indexing Services, Cosmos Foundation (Cosmos Impact Factor), JI Factor, Akademik resource Index – ResearchBib, Academic Keys kimi məlumat bazalarına daxil edilmişdir. Jurnal həmçinin Rusiyanın РИИЦ elektron bazasına daxil edilmişdir.



Redaksiya heyəti

Baş redaktor

Ömərov Yaşar Adil oğlu

Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

Baş redaktorun müavini

Həmidov Sahil Zahid oğlu

Kimya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

Məsul katib

Əliyev Şakir Hüseynqulu oğlu

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

Redaksiya heyətinin üzvləri

Başmetov Valeriy Stepanoviç

Texnika elmləri doktoru, professor

Vitebsk Dövlət Texnologiya Universiteti

Buadze Elizaveta Pavlovna

Texnika elmləri doktoru, professor

Kutaisi Dövlət Universiteti

Taşpulatov Abusəlah Şüküroviç

Texnika elmləri doktoru

Daşkənd Tekstil və Yüngül Sənaye İnstitutu

Zaretskaya Qalina Petrovna

Texnika elmləri doktoru, professor

A.N.Kosigin adına Rusiya Dövlət Universiteti

Abbasov Vəqif Məhərrəm oğlu

k.e.d., AMEA həqiqi üzvü

Akademik Y.H.Məmmədəliyev adına

Neft - Kimya Prosesləri İnstitutu

Əliyev Fuad Yusif oğlu

AMEA həqiqi üzvü,

kimya elmləri doktoru, Professor

AMEA Gəncə Bölməsi

Məmmədov Qərib Şamil oğlu

AMEA-nın həqiqi üzvü

Biologiya elmləri doktoru, Professor,

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası

Cəfərov İbrahim Həsən oğlu

AMEA-nın müxbir üzvü, kənd təsərrüfatı

elmləri doktoru, professor

Bitki Mühafizə və Texniki Bitkilər Elmi

Tədqiqat İnstitutu

Çıraqov Fəmil Musa oğlu

Kimya elmləri doktoru, professor

Bakı Dövlət Universiteti

Güləhmədov Saib Qurban oğlu

Biologiya elmləri doktoru, professor

Bakı Dövlət Universiteti

Fərzəliyev Elsevər Baba oğlu

Texnika elmləri doktoru

Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti

Vəliyev Fəzil Əli oğlu

Texnika elmləri doktoru, professor

Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti

Mikayılov Vüqar Şahbaba oğlu

Texnika elmləri doktoru, professor

Azərbaycan Kooperasiya Universiteti

Qənbərov Daşqın Şahbaz oğlu

Biologiya elmləri doktoru, professor

Naxçıvan Dövlət Universiteti

Cəfərov Məntiq Bahadur oğlu

Fizika elmləri doktoru, professor

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

Əlbəndərov Ələmdər Aslan oğlu

Kimya üzrə fəlsəfə doktoru, professor

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

Aslanov Həsənəli Əsəd oğlu

Aqrar elmlər doktoru, professor

Aqrar elmlər üzrə redaktor

Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti

Məmmədova Sara Zülfə qızı

Biologiya elmləri doktoru, professor

Torpaqşünaslıq və Aqrokimya İnstitutu

Hacıyev Cahangir Əhməd oğlu

Texnika elmləri doktoru, professor

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

Məmmədov Elşad Ərşad oğlu

Kimya elmləri doktoru, professor

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

Mirzəyev Tofiq Hacı oğlu

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

Texnika elmləri üzrə redaktor

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

Nəbiyev Əhəd Əli oğlu

Biologiya elmləri doktoru, professor

Biologiya elmləri üzrə redaktor

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

Verdiyev Sakit Qambay oğlu

Texnika elmləri doktoru, professor

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

Fətəliyev Həsən Kamaləddin oğlu

Texnika elmləri doktoru, professor

Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti

Məmmədov Qabil Balakışi oğlu

Texnika elmləri doktoru, professor

Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti

Seyidov Allahverdi Kamil oğlu

Aqrar elmlər doktoru, dosent

Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti

Qurbanova İlhamə Yaşar qızı

Xarici dil üzrə mütəxəssis

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

Həsənzadə Zeynab Füzuli qızı

Xarici dil üzrə mütəxəssis

Azərbaycan Texnologiya Universiteti

Kompüter tərtibatçısı: G.V.Rzayeva

Korrektor: Z.Ə.Cavadov

Dizayner: A.F.Sadiqova

İldə dörd dəfə çıxır

Redaksiyanın ünvanı: AZ2011, Azərbaycan,
Gəncə ş. Şah İsmayıl Xətai prospekti, 103
Azərbaycan Texnologiya Universiteti

MÜNDƏRİCAT– СОДЕРЖАНИЕ - CONTENTS

V.V.Sırdarlı, Q.R.Alverdiyev, G.S.Məmmədrzayev, R.A.Suleymanova Buzovlarda kolibakteriozun kompleks terapiyasında miksoferronun klinik və immunoloji effektivliyi	4
S.İ.Tağıyeva Göyçay rayonu torpaqlarının fiziki və su-fiziki göstəriciləri	10
S.Z.Məmmədova, Ş.C.Səlimova, T.İ. Yelmarlı İsmayıl rayonunu taxılaltı torpaqlarının aqroekoloji münbitlik modeli	15
B.M.Bağırov, R.A.Rzayeva Yeni kiçik qabaritli dənizdə dalayan qurğunun xəlbirvari dəmir toru elementləri arasındakı optimal parametrlərinin təyini	24
A.S.Bayramova, K.F.Abdullayeva Kənd təsərrüfatında ağıllı traktor texnologiyalarının resurs qənaətinə və dayanıqlı inkişafa təsiri	30
E.A.Əliyev Hidroötürücülük rotasiyalı otbiçənlərin hidravlik ötürücü sistemlərinin enerji balansının modelləşdirilməsi	35
B.И.Куркина, Н.Ф.Абдуллаева, Н.Ф.Гусейнова Структурные и биохимические особенности гемоглобина и миоглобина	41
L.Z.Cəlilova, G.N.Hüseynova Qarabağ iqtisadi rayonunun suvarılan torpaqlarında hidrogeoloji-meliorativ şəraitin təhlili	47
Ch.M. Akbarova Conservation perspectives of relict and endemic species of the crassulaceae d.c. family distributed in the Lesser Caucasus	53
Q.V.Balaxanova Urbanizasiya şəraitində ekoloji sistemlərin transformasiyası və biomüxtəlifliyin qorunması problemləri	61
A.A.Rəhimova, N.M.-Y Bədəlova, A.B.Bayramova, A.R.İsmayilova, A.S.Həsənova, S.Q Abdullayeva Azərbaycanın qərb regionunda yayılmış acı yovşandan efir yağının alınmasının təhlili və bəzi keyfiyyətlərinin təyin edilməsi	73
R.T.Mirzəyev Nano lif texnologiyasının tətbiqi ilə tibbi parça istehsalı	79
N.A.Ələsgərova Çay əsaslı içkilərin qidalanmada rolu və farmakoloji xüsusiyyətlərinin araşdırılması	85
Abbasov I.M., Qahramanova Y.B., Safixanova V.V., Agayeva N.Kh., Alizade N.A., Elyasova Jafarli N.E., İsgandarova A.N. Transformation of industrial waste into functional sorbent materials via green chemistry approach for wastewater treatment	95
F.Ə.Vəliyev, N.E.Qəzənfərli Elektromobillərin ətraf mühitin qorunmasında rolu və inkişaf perspektivləri	105
K.R.Gasimov, R.F.Gasimov Dynamic modeling of temperature, humidity and CO ₂ in smart greenhouses	109
E. M.Cavadov Müasir texnologiyalarda kompozit materialların strukturu və tətbiqi perspektivləri	118
G.M.Əsgərova, N.H.Məmmədova, A.F.Məmmədova, R.Y.Şərifova Ağ neftlə Naftalan neftinin qətrənsizləşdirilməsi texnologiyası və alınan məhsulun fiziki-kimyəvi xassələri	126
S.S.Quliyev Maşınqayırmada diyirlənmə yastıqlarının etibarlılığının artırılmasında ultradispers almaz-qrafit qatqılı litol-24 yağının tədqiqi	131
S.Səmədov, N.Nəsirli “INFLUENCER” marketinqində müasir trendlər və beynəlxalq təcrübənin tədqiqi	135

BUZOVLARDA KOLİBAKTERİOZUN KOMPLEKS TERAPİYASINDA MİKSOFFERONUN KLİNİK VƏ İMMUNOLOJİ EFEKTİVLİYİ

¹Vüsalə Vahid qızı Sırdarlı, ²Qulam Rafiq oğlu Alverdiyev,
³Gülüoğlu Səfərrəli oğlu Məmmədrzayev, ⁴Rumiya Aydın qızı Suleymanova
Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti
Gəncə şəhəri, Atatürk prospekti 450

¹vusalasardar@hotmail.com, ²qualm.alverdiyev@mail.ru, ³guloglanmmmdrzayev@gmail.com,
⁴rumiya.suleymanova.rs@gmail.com

Xülasə. Buzovlarda kolibakteriozun kompleks müalicəsində immunomodulyator Miksofferonun terapevtik effektivliyi tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, preparatın antibiotikoterapiya ilə birlikdə tətbiqi xəstəliyin klinik əlamətlərinin daha sürətli aradan qaldırılmasına, hematoloji və immunoloji göstəricilərin normallaşmasına, həmçinin orqanizmin qeyri-spesifik rezistentliyinin yüksəlməsinə səbəb olur. Ayrılmış *Escherichia coli* ştammları yüksək patogenlik xüsusiyyətlərinə malik olmuş və əsasən O18 seroqrupuna aid edilmişdir. Miksofferonun daxil edildiyi kompleks terapiya ənənəvi müalicə sxemi ilə müqayisədə müalicə müddətini orta hesabla 2–3 gün qısaltmışdır.

Açar sözlər: kolibakterioz, *Escherichia coli*, Miksofferon, immunomodulyasiya, hematologiya, qeyri-spesifik rezistentlik.

Giriş. Kolibakterioz (eşerixioz) buzovlarda iti gedişli infeksiyon xəstəlik olub, ishal, intoksikasiya və orqanizmin susuzlaşması ilə müşayiət olunur. Xəstəlik daha çox yeni doğulmuş heyvanlarda həyatın ilk günlərində inkişaf edir və septik, enterit və enterotoksemik formalarda müşahidə oluna bilər[3,4,6].

Xəstəliyin törədicisi virulentlik faktorlarına malik patogen *Escherichia coli* ştammlarıdır. Patoloji prosesin inkişafı mikroorqanizmlərin enterositlərə adheziyası, toksinlərin hasil olunması və bağırsağın fizioloji funksiyalarının pozulması ilə şərtlənir[5,12].

Kolibakteriozun müalicəsinə müasir yanaşmalar əsasən antibakterial preparatların tətbiqinə əsaslanır. Lakin onların effektivliyi antibiotikrezistentliyin inkişafı və orqanizmin immun statusuna təsir etməməsi ilə məhdudlaşır[7,8].

Bununla əlaqədar olaraq immun sistemini aktivləşdirə bilən və orqanizmin qeyri-spesifik rezistentliyini artıran immunomodulyatorun tətbiqi xüsusi əhəmiyyət daşıyır[1,2].

Miksofferon, aktiv maddəsi rekombinant interferon alfa-2b olan immunomodulyator, antivirus və antibakterial xüsusiyyətlərə malik preparatdır. Preparat makrofaqa-faqosit sisteminin aktivləşməsinə, T- və B-limfositlərin funksional aktivliyinin güclənməsinə, həmçinin immunoqlobulinlərin sintezinin artmasına səbəb olur[9,10,11].

Mövzunun aktuallığı. Erkən postnatal dövrdə buzovlarda mədə-bağırsaq traktının infeksiyon xəstəlikləri müasir baytarlıq təbabəti və sənaye heyvandarlığının əsas problemlərindən biri olaraq qalır. Yerli və xarici tədqiqatların məlumatlarına görə, bu patologiyalar cavan heyvanlar arasında xəstələnmə strukturunda aparıcı yer tutur, yalnız respirator xəstəliklərdən geri qalır və yüksək yayılma səviyyəsi, klinik formaların müxtəlifliyi və 30–50 %-ə çatan yüksək letallıq göstəricisi ilə xarakterizə olunur.

Enteropatologiyalar arasında xüsusi əhəmiyyət kolibakterioza məxsusdur. Bu xəstəlik adheziyaya malik (K-antigenlər), termotabil və termolabil enterotoksinlər (ST, LT), həmçinin hemolizidlər daxil olmaqla geniş virulentlik amillərinə malik enteropatogen və enterotoksigen *Escherichia coli* ştammları tərəfindən törədilir. Törədiciyin patogen potensialının reallaşması yeni

doğulmuş buzovların immun sisteminin funksional yetkin olmaması, kolostral immunitetin çatışmazlığı və normal bağırsaq mikrobiotasının formalaşmasının pozulması ilə sıx əlaqədardır.

Xəstəliyin patogenezi bağırsaq epitelinin baryer funksiyasının pozulması, bakterial toksinlərin təsiri altında sekretor proseslərin aktivləşməsi, ishal, dehidratasiya, metabolik asidoz və endogen intoksikasiyanın inkişafı ilə xarakterizə olunur. Sistem səviyyədə isə anadangəlmə və adaptiv immunitetin disbalansı müşahidə olunur ki, bu da faqosit aktivliyinin zəifləməsi, qan serumunun bakterisid və lizosim aktivliyinin azalması, həmçinin limfositlərin subpopulyasiya tərkibinin dəyişməsi ilə təzahür edir.

İntensiv heyvandarlıq şəraitində texnoloji və stres amilləri, o cümlədən erkən süddən kəsmə, yüksək sıxlıqda saxlanma, zoogigiyenik normaların və yemləmənin pozulması əlavə əhəmiyyət kəsb edir. Bu amillər ikincili immunçatışmazlıq hallarının formalaşmasına və heyvanların infeksiya agentlərə qarşı həssaslığının artmasına səbəb olur.

Antibakterial preparatların geniş tətbiqinə baxmayaraq, kolibakteriozun müalicəsinin effektivliyi kifayət qədər deyil. Bu, *Escherichia coli*-nin müxtəlif farmakoloji qrup preparatlara rezistentliyin sürətlə formalaşması ilə əlaqədardır. Bəzi hallarda antibakterial terapiya törədicinin tam eliminasiyasını təmin etmir və bağırsağın normobiosenozunun pozulmasına səbəb ola bilər.

Bununla əlaqədar olaraq təkcə törədicinin məhv edilməsinə deyil, həm də heyvan orqanizminin immunoloji reaktivliyinin korreksiyasına yönəlmiş yeni terapevtik yanaşmaların axtarışı aktualıq kəsb edir.

Tədqiqatın obyekti. Hazırkı tədqiqatın obyekti fərdi heyvandarlıq təsərrüfatı şəraitində saxlanılan, kolibakterioza xas mədə-bağırsaq pozğunluqlarının klinik əlamətlərini göstərən, 15 günədək yaşda olan buzovlar olmuşdur.

Tədqiqata diareya, depressiya, iştahanın azalması və dehidratasiya əlamətləri müşahidə olunan 10 buzov daxil edilmişdir. Heyvanlar baytarlıq müayinəsi zamanı seçilmiş və eyni saxlanma və yemləmə şəraitində saxlanılmışdır.

Tədqiqatın metodları. İşdə klinik, bakterioloji, seroloji, hematoloji və immunoloji tədqiqat metodlarının kompleksindən istifadə edilmişdir.

Klinik metodlar. Buzovlar üzərində gündəlik klinik müşahidələr aparılmış, ümumi vəziyyət, iştaha, bədən temperaturu, nəcisin xarakteri, dehidratasiya dərəcəsi və xəstəliyin klinik əlamətlərinin dinamikası qiymətləndirilmişdir.

Bakterioloji metodlar. Xəstəliyin etioloji agentini müəyyən etmək məqsədilə düz bağırsaqdan steril şəkildə götürülmüş nəcis nümunələri tədqiq edilmişdir. Nümunələrdən 10^{-6} -a qədər ardıcıl onqat durulaşdırmalar hazırlanmış, daha sonra bərk qida mühitlərinə (Endo mühiti, qanlı aqar) əkilmişdir. Kulturaların qiymətləndirilməsi morfoloji, kultural və biokimyəvi xüsusiyyətlərə, o cümlədən laktoza və saxarozanı fermentasiya etmə qabiliyyətinə, həmçinin hemolitik aktivliyin mövcudluğuna əsasən aparılmışdır.

Seroloji metodlar. Ayrılmış *Escherichia coli* kulturalarının identifikasiyası və serotiplərə ayrılması mövcud metodik göstərişlərə uyğun olaraq monovalent və polivalent O-koli zərdabları istifadə edilməklə, əşya və sınaq şüşələrində aqqlütinasiya reaksiyası vasitəsilə aparılmışdır.

Hematoloji metodlar. Eritrosit və leykositlərin sayının müəyyən edilməsi avtomatik hematoloji analizator vasitəsilə aparılmışdır. Hemoqlobinin konsentrasiyası fotometrik metodla təyin edilmişdir. Leykosit formulu Pappenhaym metodu üzrə boyanmış qan yaxmalarında hüceyrələrin differensial hesablanması ilə öyrənilmişdir.

İmmunoloji metodlar. Orqanizmin qeyri-spesifik rezistentliyinin qiymətləndirilməsi qan serumunun bakterisid aktivliyi (BASK) və lizosim aktivliyi göstəriciləri əsasında aparılmışdır.

Hüceyrəvi immunitetin vəziyyəti T- və B-limfositlərin miqdarı üzrə, E-ROK və EAS-ROK rozet əmələgəlmə metodları istifadə edilməklə qiymətləndirilmişdir.

Leykositlərin faqosit aktivliyi ümumi qəbul olunmuş metodikalara əsasən, faqosit indeksinin və faqosit sayının hesablanması ilə müəyyən edilmişdir.

№ 2/2026

səh.4-9

Eksperimental terapiya üsulları. Müalicənin effektivliyinin qiymətləndirilməsi məqsədilə heyvanların nəzarət və təcrübə qruplarına bölünməsi ilə müqayisəli tədqiqat üsulundan istifadə edilmişdir.

Birinci (nəzarət) qrupunda təsərrüfatda qəbul olunmuş standart müalicə sxemi tətbiq edilmişdir: yarımca pəhriz, sorbent preparatı “Smektavet”in gündə iki dəfə 10 kq canlı çəkisiyə 10 q dozada verilməsi, həmçinin tetrasiklin preparatının 5 mq/kq dozada əzələdaxili yeridilməsi.

İkinci (təcrübə) qrupunda isə kombinasiya olunmuş terapiya tətbiq edilmişdir: Miksoferron preparatı 3000 BV/kq dozada 24 saat interval ilə tetrasiklinin (5 mq/kq, əzələdaxili) tətbiqi ilə birlikdə istifadə olunmuşdur.

Statistik məlumatların işlənməsi. Alınmış nəticələr variasion statistika metodlarından istifadə edilməklə işlənmiş, orta qiymətlər (M) və standart xəta ($\pm m$) müəyyən edilmişdir. Fərqlərin statistik etibarlılığı Student kriteriyası əsasında $p < 0,05$ əhəmiyyətlik səviyyəsində qiymətləndirilmişdir.

Materiallar və müzakirələr

Aparılmış bakterioloji tədqiqatlar nəticəsində diareya klinik əlamətləri olan buzovların nəcis nümunələrindən fenotipik xüsusiyyətlərinə görə fərqlənən 10 *Escherichia coli* ştammi ayrılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, 6 ştamm hemolitik aktivliyə malik olmuş, 4 ştamm isə hemolitik xüsusiyyət göstərməmişdir. Laktozanın fermentasiya qabiliyyəti 7 ştamda aşkar edilmiş, 3 ştamda isə bu aktivlik müşahidə olunmamışdır. Eyni zamanda, 8 ştamm saxarozanı fermentasiya etmiş, 2 ştamm isə bu xüsusiyyətə malik olmamışdır.

Seroloji tipizasiya göstərmişdir ki, ayrılmış izolyatların 55,6 %-i O18 seroqrupuna, 11,1 %-i O26 seroqrupuna aid olmuş, tək-tək hallarda isə O103 və O137 serovariantları müəyyən edilmişdir. Alınmış nəticələr təsərrüfatda virulentlik faktorlarına malik enteropatogen *E. coli* ştammlarının sirkulyasiya etdiyini göstərir.

Müalicəyə qədər xəstə buzovlarda aparılan hematoloji göstəricilərin təhlili sağlam heyvanlarla müqayisədə ($7,9 \pm 0,3$ mln/mkl, $p < 0,05$) eritrositlərin sayında artımın olduğunu aşkar etmişdir ki ($8,9 \pm 0,3$ mln/mkl), bu da ehtimal ki, dehidratasiya ilə əlaqədardır. Eyni zamanda, leykositoz ($9,1 \pm 0,7$ mln/mkl və $4,8 \pm 0,3$ mln/mkl, $p < 0,01$) müşahidə olunmuş, bu isə orqanizmdə iltihabi prosesin mövcudluğunu göstərmişdir.

Qeyri-spesifik rezistentlik göstəriciləri əhəmiyyətli dərəcədə aşağı olmuşdur: bakterisid aktivlik $26,1 \pm 0,6$ % (sağlamalarda $52,9 \pm 0,5$ %; $p < 0,05$), lizosim aktivliyi isə $26,8 \pm 1,3$ % (sağlamalarda $48,0 \pm 0,5$ %; $p < 0,001$) təşkil etmişdir. Faqositar aktivliyi təxminən 1,8 dəfə azalaraq normadan aşağı olmuşdur.

Hüceyrəvi immunitetin göstəriciləri də kəskin azalmışdır: T-limfositlər $17,3 \pm 1,7$ % (norma $34,0 \pm 1,5$ %; $p < 0,001$), B-limfositlər isə $17,3 \pm 0,3$ % (norma $23,1 \pm 0,3$ %; $p < 0,001$) səviyyəsində olmuşdur.

Aparılan terapiya fonunda qruplar arasında əhəmiyyətli fərqlər aşkar edilmişdir. Miksoferronun daxil edildiyi kompleks müalicə alan təcrübə qrupunda klinik yaxşılaşma artıq 2-ci sutkada müşahidə olunmuş, bu da diareyanın dayanması, bədən temperaturunun normallaşması və iştahanın bərpası ilə təzahür etmişdir. Nəzarət qrupunda isə analoji dəyişikliklər yalnız 4-cü sutkada qeydə alınmışdır.

Təcrübə qrupunda heyvanların hematoloji göstəriciləri daha sürətlə normallaşmışdır: leykositlərin miqdarı artıq müalicənin 3-cü günündə fizioloji göstəricilərə çatmış, nəzarət qrupunda isə leykositoz əlamətləri daha uzun müddət saxlanılmışdır.

Qeyri-spesifik rezistentlik göstəriciləri (qan serumunun bakterisid və lizosim aktivliyi) təcrübə qrupunda xeyli daha tez bərpa olunmuş və artıq müalicənin 3-cü sutkasında fizioloji göstəricilərə yaxın səviyyələrə çatmışdır. Nəzarət qrupunda isə bu göstəricilərin normallaşması daha ləng getmişdir.

Hüceyrəvi immunitetin təhlili göstərmişdir ki, Miksoferron qəbul edən heyvanlarda T- və B-limfositlərin miqdarının bərpası nəzarət qrupu ilə müqayisədə daha ifadəli olmuşdur.

Alınmış nəticələr göstərir ki, Miksoferronun kompleks terapiyaya daxil edilməsi heyvanların klinik vəziyyətinə nəzərəcarpacaq müsbət təsir göstərir, hematoloji və immunoloji göstəricilərin daha sürətli bərpasına şərait yaradır və kolibakteriozun müalicəsinin effektivliyini artırır.

Beləliklə, immunomodulyator preparat Miksoferronun tətbiqi buzovlarda enteroinfeksiyaların müalicəsində patogenetik cəhətdən əsaslandırılmış və perspektivli bir istiqamət hesab olunur.

NƏTİCƏ.

1. Mədə-bağırsaq pozğunluqlarının klinik əlamətləri müşahidə olunan buzovlardan müxtəlif fenotipik xüsusiyyətlərə malik epizootik Escherichia coli ştammları izolə edilmişdir. Eyni zamanda, izolyatların üstünlük təşkil edən hissəsi (55,6 %) O18 seroqrupuna aid edilmişdir ki, bu da təsərrüfatda törədicinin enteropatogen variantlarının sirkulyasiyasını göstərir.
2. Buzovlarda kolibakterioz hematoloji göstəricilərin pozulmaları ilə müşayiət olunur və leykositoz, həmçinin orqanizmin dehidrasiyası ilə əlaqədar inkişaf edən nisbi eritrositozla xarakterizə olunur.
3. Xəstə heyvanlarda qeyri-spesifik rezistentlik göstəricilərinin azalması müəyyən edilmişdir ki, bu da qan serumunun bakterisid və lizosim aktivliyinin zəifləməsi, həmçinin leykositlərin faqosit aktivliyinin aşağı düşməsi ilə ifadə olunur.
4. Patoloji prosesin inkişafı hüceyrəvi immunitetin pozulması ilə müşayiət olunur və bu, T- və B-limfositlərin miqdarının azalması ilə təzahür edir.
5. İmmunomodulyator preparat Miksoferronun daxil edildiyi kompleks terapiyanın tətbiqi xəstəliyin klinik əlamətlərinin daha sürətli aradan qaldırılmasına səbəb olur (təcrübə qrupunda 2-ci sutkada, nəzarət qrupunda isə 4-cü sutkada).
6. Miksoferronun istifadəsi ənənəvi müalicə sxemi ilə müqayisədə hematoloji göstəricilərin daha sürətli normallaşmasını və orqanizmin qeyri-spesifik rezistentlik amillərinin bərpasını təmin edir.
7. Miksoferronun kompleks terapiyanın tərkibinə daxil edilməsi buzovlarda kolibakteriozun müalicəsinin effektivliyini artırır və sağalma müddətini orta hesabla 2–3 gün qısaldır.

Elmi yenilik. İlk dəfə olaraq Azərbaycan Respublikasında fərdi heyvandarlıq təsərrüfatı şəraitində buzovlarda kolibakterioz zamanı immunomodulyator preparat Miksoferronun terapevtik effektivliyinin kompleks şəkildə öyrənilməsi aparılmış, eyni zamanda hematoloji, immunoloji və klinik-laborator göstəricilər qiymətləndirilmişdir.

Miksoferronun orqanizmin qeyri-spesifik rezistentlik göstəricilərinə, o cümlədən qan serumunun bakterisid və lizosim aktivliyinə, həmçinin immunitetin hüceyrəvi amillərinə (T- və B-limfositlərə) təsir xüsusiyyətləri müəyyən edilmişdir ki, bu patologiya zamanı baytarlıq praktikasında əvvəllər kifayət qədər öyrənilməmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, Miksoferronun kompleks terapiyanın tərkibinə daxil edilməsi heyvanların klinik vəziyyətinin daha müsbət dinamikasını təmin edir, hematoloji və immunoloji göstəricilərin normallaşmasını sürətləndirir və kolibakteriozun müalicə müddətini ənənəvi antibakterial terapiya ilə müqayisədə orta hesabla 2–3 gün qısaldır.

Alınmış nəticələr interferon sırasına aid immunomodulyatorların buzovlarda enteroinfeksiyalar zamanı immun cavabın korreksiyasında patogenetik roluna dair təsəvvürləri genişləndirir və onların kompleks müalicə sxemlərində tətbiqinin məqsədəuyğunluğunu əsaslandırır.

Tədqiqatın praktik əhəmiyyəti. Aparılmış tədqiqatın praktik əhəmiyyəti kolibakteriozla xəstə buzovların kompleks terapiyasında immunomodulyator preparat Miksoferronun tətbiqinin məqsədəuyğunluğunun əsaslandırılmasından ibarətdir.

Alınmış nəticələr Miksoferronun yeni doğulmuş buzovlarda mədə-bağırsaq traktının enteroinfeksiyalarının müalicə sxemlərinə daxil edilməsini tövsiyə etməyə imkan verir ki, bu da klinik sağalma müddətinin qısalmasına, xəstələnmə və letallıq səviyyəsinin azalmasına, həmçinin

heyvandarlıq təsərrüfatlarında müalicə-profilaktik tədbirlərin ümumi effektivliyinin yüksəlməsinə şərait yaradır.

Təklif olunan terapiya sxeminin tətbiqi hematoloji və immunoloji göstəricilərin daha sürətli bərpasını təmin edir ki, bu da cavan heyvanların saxlanma səviyyəsinin yüksəldilməsinə və istehsalın iqtisadi göstəricilərinin yaxşılaşdırılmasına imkan verir.

Tədqiqatın nəticələri baytarlıq mütəxəssislərinin praktik fəaliyyətində, həmçinin kənd təsərrüfatı heyvanlarında bakterial enteroinfeksiyaların kompleks müalicə sxemlərinin işlənilib hazırlanması və təkmilləşdirilməsi zamanı istifadə oluna bilər.

İşin iqtisadi səmərəliliyi. Aparılmış tədqiqatın iqtisadi səmərəliliyi kolibakteriozla xəstə buzovların müalicəsinə çəkilən xərclərin azalması ilə şərtlənir. Bu, xəstəliyin davam etmə müddətinin qısalması və müalicə sxeminə Miksoferronun daxil edilməsi nəticəsində simptomatik və antibakterial terapiyanın həcmnin azalması hesabına təmin olunur.

Miksoferronun tətbiqi ilə kompleks terapiya heyvanların daha sürətli klinik sağlmasına (ənənəvi sxemlə müqayisədə orta hesabla 2–3 gün tez) şərait yaradır ki, bu da dərman preparatlarına, əmək resurslarına və baytarlıq xidmətlərinə çəkilən xərclərin azalmasına gətirib çıxarır.

Əlavə iqtisadi effekt cavan heyvanların tələfatının azalması, erkən postnatal dövrdə buzovların saxlanma səviyyəsinin yüksəlməsi, həmçinin xəstəlik keçirmiş heyvanlarda inkişaf və böyümə geriliyinin azalması hesabına əldə edilir.

Beləliklə, Miksoferronun tətbiqinə əsaslanan təklif olunan müalicə sxeminin baytarlıq praktikasında tətbiqi yalnız terapiyanın effektivliyinin yüksəldilməsini deyil, həm də heyvandarlıq təsərrüfatlarının iqtisadi göstəricilərinin yaxşılaşdırılmasını təmin edir.

ƏDƏBİYYAT

1. Хайтов Р.М., Пинегин Б.В., Истамов Х.И. Экологическая иммунология. – М.: Медицина, 2001. – 432 с.
2. Шахов А.Г., Иванов В.И., Сидоров М.А. Иммунодефицитные состояния у сельскохозяйственных животных. – М.: КолосС, 2002. – 368 с.
3. Radostits O.M., Gay C.C., Hinchcliff K.W., Constable P.D. Veterinary Medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats. – 10th ed. – Philadelphia: Saunders Elsevier, 2007. – 2156 p.
4. Smith H.W., Linggood M.A. Further observations on Escherichia coli enterotoxins with special reference to enteropathogenic strains of E. coli in calves. // Journal of Medical Microbiology. – 1972. – Vol. 5. – P. 243–250.
5. Nataro J.P., Kaper J.B. Diarrheagenic Escherichia coli. // Clinical Microbiology Reviews. – 1998. – Vol. 11(1). – P. 142–201.
6. Fairbrother J.M., Nadeau E. Colibacillosis in pigs and cattle. // Animal Health Research Reviews. – 2006. – Vol. 7(2). – P. 87–100.
7. Quinn P.J., Markey B.K., Leonard F.C., FitzPatrick E.S., Fanning S., Hartigan P.J. Veterinary Microbiology and Microbial Disease. – 2nd ed. – Wiley-Blackwell, 2011. – 912 p.
8. OIE (World Organisation for Animal Health). Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals. – Paris: OIE, 2021. – 1200 p.
9. Abbas A.K., Lichtman A.H., Pillai S. Cellular and Molecular Immunology. – 9th ed. – Philadelphia: Elsevier, 2018. – 564 p.
10. Stark J.M., Renshaw S.A. Interferons and immune regulation in veterinary infections. // Veterinary Immunology and Immunopathology. – 2015. – Vol. 167. – P. 1–10.
11. Иванов А.В., Петров С.Н. Иммуномодуляторы в ветеринарной медицине. – М.: Агропромиздат, 2010. – 256 с.
12. Методические указания по бактериологической диагностике колибактериоза (эшерихиоза) животных. – М.: МСХ РФ, 2015. – 48 с.

УДК 619-616-036

КЛИНИКО-ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИКСОФЕРОНА В КОМПЛЕКСНОЙ ТЕРАПИИ КОЛИБАКТЕРИОЗА У ТЕЛЯТ

Вюсая Вахид кызы Сардарлы, Гулам Рафиг оглы Алвердиев, Гюлоглан Сафаралы оглы Мамедрзаев, Румия Айдын кызы Сулейманова
vusalasardar@hotmail.com, qualm.alverdiyev@mail.ru, ruguloglanmmmdrzayev@gmail.com,
rumiya.suleymanova.rs@gmail.com

Резюме. Изучена терапевтическая эффективность иммуномодулятора Миксоферона в комплексном лечении колибактериоза у телят. Установлено, что применение препарата в сочетании с антибиотикотерапией способствует более быстрому купированию клинических признаков заболевания, нормализации гематологических и иммунологических показателей и повышению неспецифической резистентности организма. Выделенные штаммы *Escherichia coli* обладали выраженными патогенными свойствами и относились преимущественно к серогруппе O18. Комплексная терапия с включением Миксоферона сокращала сроки лечения в среднем на 2–3 суток по сравнению с традиционной схемой.

Ключевые слова: телята, колибактериоз, *Escherichia coli*, Миксоферон, иммуномодуляция, гематология, неспецифическая резистентность.

UDC 619-616-036

CLINICAL AND IMMUNOLOGICAL EFFECTS OF MICROFERON IN CALVES WITH COLIBACILLOSIS

Vusala Vahid Sardarli, Gulam Rafiq Alverdiev, Gyuloglan Safarali Mamedrzaev, Rumiya Aydin Suleymanova
vusalasardar@hotmail.com, qualm.alverdiyev@mail.ru, ruguloglanmmmdrzayev@gmail.com,
rumiya.suleymanova.rs@gmail.com

Summary. The therapeutic efficacy of the immunomodulator Microferon in the complex treatment of colibacillosis in calves was studied. It was established that the use of the drug in combination with antibiotic therapy contributes to a faster resolution of clinical signs of the disease, normalization of hematological and immunological parameters, and an increase in the nonspecific resistance of the organism. The isolated strains of *Escherichia coli* exhibited pronounced pathogenic properties and predominantly belonged to serogroup O18. Complex therapy including Microferon reduced the duration of treatment by an average of 2–3 days compared to the traditional treatment regimen.

Keywords: calves, colibacillosis, *Escherichia coli*, Microferon, immunomodulation, hematology, nonspecific resistance.

Redaksiyaya daxilolma: 15.03.2026

Çapa qəbul olunma: 19.06.2026



GÖYÇAY RAYONU TORPAQLARININ FİZİKİ VƏ SU-FİZİKİ GÖSTƏRİCİLƏRİ

Səbinə İlham qızı Tağıyeva
Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi
Coğrafiya İnstitutu Publik Hüquqi Şəxsi
Bakı ş, Məmməd Rahim 5.
tagiyevasabina@mail.ru

Xülasə: Məqalədə Göyçay rayonunun fiziki və su-fiziki xassələrindən bəhs edilir. Torpaqların fiziki və su-fiziki xassələrinin öyrənilməsi torpaqda əlverişli su rejiminin yaradılmasını, bitkilərin su və qida elementləri ilə təmin olunmasını və s. tələb edir. Odur ki, torpağın bu xassələrinin öyrənilməsi aqronomiyanın mühüm vəzifələrindən biridir. Öyrəndiyimiz tədqiqat obyektinin torpaqlarını xarakterizə etmək üçün əsas kəsimlərin bir neçəsinin fiziki və su-fiziki xassələrinin nəticələri verilmişdir.

Açar sözlər: sıxlıq, məsaməlik, xüsusi çəki, hiqroskopik nəmlik

Giriş. Torpaqların fiziki və su-fiziki xassələrinin öyrənilməsi, onlardan düzgün və səmərəli istifadə etmək üçün çox vacibdir. Düzgün aqrotehniki və aqromeliorativ tədbirlər görmək üçün torpağın bu xassələrini dərinlən bilmək lazımdır. Fiziki xassələr torpaqdakı kolloidlərin miqdarından, məsaməliliyin kəmiyyət və keyfiyyət tərkibindən asılı olub, orada gedən proseslərə böyük təsir göstərir. Bir çox tədqiqatçıların torpaqların fiziki xassələrinin öyrənilməsində böyük rolu vardır. [4,7] Təbii və mədəni senozlarda bu problemlər az öyrənilmişdir. Ona görə də biz Göyçay rayonu ərazisində bu məsələni öyrənməyi qarşımıza məqsəd qoymuşuq.

Tədqiqat obyektı və metodikası. Tədqiqat obyektı Göyçay rayonu olub, Şirvan düzünün şimal hissəsində yerləşir və tədqiqat işlərində ölkəmizdə və xaricdə qəbul olunmuş metodlardan istifadə olunub [5,9]

Təhlil və müzakirələr. Tədqiqat sahəsi olan Göyçay rayonu Şirvan düzünün bir hissəsi olub, Böyük Qafqaz dağlarının ətəklərində yerləşir. Relyefi əsasən düzənlik və aşağı təpəlik sahələrdən ibarətdir. Rayonun yayı isti-quraq və qışı mülayim olur, iqlim əsasən yarımsəhra- subtropik iqlim kimi səciyyələndirilir. [2] Ərazidə Göyçay çayı və Yuxarı Şirvan kanalı kimi su mənbələri yerləşir. Göyçay rayonunda boz, boz-qonur, allüvial-çəmən və çəmən-boz torpaq tipləri vardır. [1,3]

Göyçay rayonunda torpaqların fiziki və su-fiziki xassələrinin tədqiqat nəticələri aşağıdakı cədvəldə verilmişdir. Əsas fiziki xassələrdən biri olan sıxlığın öyrənilməsi torpaqda olan su ehtiyatının, ümumi məsaməliliyin, üzvi maddələrin miqdarının və s. hesablanması üçün istifadə olunur. Cədvəldən göründüyü kimi, xam sahədə torpağın sıxlığı üst qatlarda $1,34 \text{ sm}^3$, alt qatlarda isə $1,45 \text{ sm}^3$ olduğu halda, əkin qatında bu göstəricilər aşağıdakı kimi dəyişir. Taxıl altında üst qatda onun qiyməti $1,24 \text{ sm}^3$, aşağı qatda isə $1,38 \text{ sm}^3$ -ə çatır. Pambıqaltı torpaqlarda bu göstəricilər $1,25-1,35 \text{ sm}^3$ təşkil edir. Yonca bitkisi altında torpağın sıxlığı ən az olub $1,14-1,30 \text{ sm}^3$ arasında tərəddüd edir. Nar bitkisi altında isə bu göstərici üst qatda $1,25 \text{ sm}^3$, aşağıya doğru getdikcə artaraq $1,38 \text{ sm}^3$ olmuşdur.

Torpağın əsas fiziki xassələrindən biri olan xüsusi kütləsi onun kimyəvi və mineroloji tərkibindən, üzvi maddələrin miqdarından və s.dən asılı olub, tədqiqat aparıdığımız ərazidə də torpağın xüsusi çəkisi $2,60-2,75$ arasında dəyişir.

Fiziki xassələrdən biri də məsaməlikdir ki, o da qranulometrik tərkibdən, struktur aqreqat tərkibindən, rütubətdən və s.dən asılı olaraq dəyişir. Məsaməliliyin ən az miqdarı xam sahədə olub,

№ 1/2026**səh.10-14**

profil boyu qiyməti 45,69- 50,18 % təşkil edir. Nar bitkisi altında onun qiyməti 48,69-56,71 %, ən çox miqdarı isə yonca altında 56,81- 51,67 % müşahidə edilmişdir. Pambıq bitkisi altında torpaqların məsaməliyi yuxarı qatda 53,35 %, aşağı qatda isə 47,87 %, taxıl bitkisində isə bu göstərici 54,24-47,92 % arasında dəyişir.

Cədvəl 1.

Göyçay rayonu torpaqlarının fiziki və bəzi su-fiziki xassələrinin göstəriciləri, %-lə

Dərinlik, sm	Sıxlıq, sm ³	Xüsusi çəki	Məsaməlik,%	Hıqroskopik nəmlik,%	Maksimal hıqroskopik nəmlik,%	Solma nəmliyi, %	Maksimal molekulyar nəmlik,%	Tarla su tutumu,%
Xam(K-1)								
0-20	1,34	2,69	50,18	2,29	5,32	7,13	11,70	22,26
20-36	1,34	2,66	49,62	2,12	5,04	6,75	11,59	23,99
36-60	1,39	2,65	47,54	2,46	4,23	5,67	10,57	22,31
60-88	1,45	2,67	45,69	2,35	4,96	6,65	10,91	20,42
Pambıq (K-2)								
0-24	1,25	2,68	53,35	1,74	3,87	5,18	8,90	25,16
24-52	1,31	2,70	51,48	1,66	3,52	4,72	8,00	19,97
52-82	1,36	2,67	49,06	0,55	2,93	3,93	6,44	23,69
82-109	1,35	2,59	47,87	0,56	2,46	3,30	3,65	16,65
Nar(K-3)								
0-15	1,25	2,71	56,71	5,48	8,31	11,13	19,94	22,16
15-30	1,19	2,68	55,59	5,83	7,89	10,57	19,72	26,64
30-48	1,27	2,75	54,54	4,32	6,38	8,55	14,03	23,44
48-73	1,38	2,70	48,88	3,44	5,21	6,98	11,98	22,14
73-92	1,38	2,69	48,69	4,17	7,63	10,22	18,31	20,08
Yonca(K-4)								
0-22	1,14	2,64	56,81	3,49	5,29	7,08	11,63	28,95
22-38	1,19	2,67	55,43	4,03	7,43	9,96	22,90	26,26
38-61	1,23	2,72	54,77	5,19	7,67	10,28	24,67	25,21
61-84	1,30	2,69	51,67	5,07	8,13	10,89	27,22	26,88
Taxıl(K-5)								
0-26	1,24	2,71	54,24	2,01	5,05	6,77	14,89	27,12
26-46	1,35	2,72	54,41	2,37	4,98	6,67	15,34	30,63
46-70	1,36	2,60	47,69	3,25	6,14	8,23	18,92	29,90
70-85	1,38	2,65	47,92	2,90	5,17	6,93	17,32	35,28

Torpaqda əlverişli su rejiminin yaradılması üçün torpaqların su-fiziki xassələrinin öyrənilməsi vacibdir.

Tədqiqat obyektinin torpaqlarını xarakterizə etmək üçün su-fiziki xassələrin nəticələri öyrənilmiş və aşağıdakı cədvəldə qeyd edilmişdir (Cədvəl). Laboratoriya nəticələri göstərir ki, hiqroskopik nəmlik pambıq altında suvarılan torpaqların üst əkin qatında 1,74 %, əkinaltı qatda 1,66 %, aşağı qatlarda isə 0,56%-ə qədər azalmışdır. Taxıl altında hiqroskopik nəmlik yuxarı əkin qatında 2,01 %, aşağı qatlarda isə 2,37-2,90 % arasında dəyişir. Xam torpaqda isə bu göstərici genetik qatlar üzrə az fərqlənir və 2,29-2,35 % arasında tərəddüd edir. Yonca bitkisi altında hiqroskopik nəmlik 3,49-5,07 % arasında dəyişir. Nar bitkisi isə bu göstərici 5,48-4,17% arasında tərəddüd edir.

Torpağın su xassələrindən biri də solma nəmliyidir. Arid iqlim şəraitində solma nəmliyi vacib xassə olduğu üçün onu tədqiq etmək çox əhəmiyyətlidir. Biz tədqiqat zamanı solma nəmliyini də öyrənmişik. Bizdən əvvəl də bir çox alimlər bu ərazidə torpaqların solma nəmliyini tədqiq etmişdir.

Pambıq bitkisi altında solma nəmliyi üst qatda 5,18% , əkinaltı qatda isə 4,72% olmuşdur. Aşağı qatlarda bu rəqəm 3,93- 3,30% arasında olmuşdur. Taxıl bitkisi altında yuxarı qatdan aşağıya doğru getdikcə solma nəmliyi artır. Üst əkin qatında 6,77 % olduğu halda, aşağı qatlara doğru getdikcə 6,93%-ə qədər artır. Örüş kimi istifadə olunan xam torpaqlarda solma nəmliyi 7,13 % olduğu halda, aşağı qatda bu rəqəm 6,65 %-ə çatır. Yonca bitkisi altında torpaqların solma nəmliyi üst qatda 7,08 % olub, aşağıya doğru getdikcə artmış və 10,89 %-ə çatmışdır. Nar bitkisi altında isə yuxarı qatda bu rəqəm 11,13 % olub, aşağı qatlara doğru azalaraq 10,22 % təşkil etmişdir.

Maksimal molekulyar nəmliyin tədqiqi torpaq istifadəçiliyində və suvarma işlərinin təşkilində çox vacibdir. Şirvan düzündə, eləcə də Göyçay rayonunda torpağın maksimal molekulyar nəmliyi az öyrənilmişdir. Bu torpağın tipindən, dərinlikdən və istifadədən asılı olaraq dəyişir. Tədqiqat apardığımız torpaqlarda maksimal molekulyar nəmlik çox yüksəkdir, nar bitkisi altında olan torpaqlarda onun miqdarı 19,94- 18,31% arasında dəyişir. Taxıl bitkisi altında olan torpaqların üst əkin qatında 14,89 %, aşağı qatlarda isə 15,34-17,35 % arasında tərəddüd edir. Yonca bitkisi altında da oxşar nəticələr əldə etmişik. Onun göstəriciləri üst qatda 11,63 % olub, aşağıya doğru getdikcə nisbətən artaraq 27,22 %-ə çatmışdır. Xam sahədə isə yuxarı qatda MMN-in miqdarı 11,70 %, aşağıya doğru bu rəqəm 10,91%-ə qədər azalır.

Torpaqların su xassələrindən biri də tarla su tutumudur. TST-nun öyrənilməsi elmi və təsərrüfat cəhətdən çox əhəmiyyətlidir. İstifadəçilikdən asılı olaraq bu torpaqlar tez dəyişkənliyə məruz qala bilər. Bir çox alimlər də tarla su tutumunun öyrənilməsinin vacibliyini qeyd etmişlər. Ən yüksək göstərici yonca bitkisi altında torpaqlarda olmaqla 26,88-28,95% arasında dəyişmişdir. Pambıq altında əkin qatında tarla su tutumunun qiyməti 25,16 % olmuş, aşağıya doğru getdikcə azalaraq 16,65 %-ə enmişdir. Taxıl sahəsində isə aşağı qatlara doğru getdikcə bu göstərici artmışdır. Nar bitkisi isə mütəmadi olaraq azalmışdır. Xam torpaqlarda tam su tutumu yuxarı qatda 22,26 % olmuş və aşağıya doğru azalaraq 20,42%-ə çatmışdır.

Nəticə. Fiziki və su-fiziki xassələrin öyrənilməsi ilə su ehtiyatını, ümumi məsaməliliyi, üzvi maddələrin miqdarını, eyni zamanda su normasını və su rejimini təyin etmək olar.

ƏDƏBİYYAT

- 1.Babayev M.P., Cəfərova Ç.M., Həsənov V.H., Hüseynova S.M. Azərbaycan torpaqlarının morfogenetik diaqnostikası, nomenklaturası və təsnifatı. Elm, Bakı 2011, 448 s.
2. Hacıyev Q.Ə., Rəhimov B.Ə. Azərbaycan SSR inzibati rayonlarının iqlim səciyyəsi, Elm, Bakı 1977, 269 s.
3. Həsənov Y.C. Azərbaycanın meliorasiya olunmuş torpaqlarının aqrofiziki xassələri və onların məhsuldarlığı qabiliyyəti, dokt diss avt. Bakı, 2006, 40 s.
4. Köçərli S.Ə. və b. Böyük Qafqazın Cənub yamacı torpaqlarının bəzi fiziki və su-fiziki xassələri. Beynəlxalq elmi-praktik konf. mat. Gəncə, 2015, s 250-253.
5. Məmmədov R.H. Arazyanı zolağın torpaqlarının aqrofiziki xarakteristikası, Elm, Bakı 1970. 321 s.

6. Cəfərov Ə.M., Köçərli S.Ə., Gərayzadə A.P. Şirvan düzündə müxtəlif münbitlik dərəcəsinə malik olan suvarılan boz-çəmən torpaqların aqrofiziki xassələri. Torpaqşünaslıq və Aqrokimya əsərlər toplusu. XVII cild, Bakı, Elm 2007, s.213-216.

7. S.Ə.Köçərli., Ə.M.Cəfərov., G.Ə.Hacıyeva. Şirvan düzündə çəmən-boz torpaqlarının təbii-təsərrüfat şərtlərindən asılı olaraq fiziki və bəzi su-fiziki göstəriciləri. Azərbaycan coğrafiya cəmiyyətinin əsərləri. XX cild. İnsan və ətraf mühit münasibətləri. Bakı 2017.

9. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. – Методы исследования физических свойств почв и грунтов. Москва, 1973, 399 с.

УДК 631.43

ФИЗИЧЕСКИЕ И ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВ ГЕЙЧАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Сабина Илхам Тагиева

Министерство науки и образования Азербайджанской Республики

Институт географии, государственно-правовое образование

Баку, Маммад Рахим 5.

Резюме: В статье рассматриваются физико-гидрофизические свойства Гейчайской области. Изучение физико-гидрофизических свойств почв требует создания благоприятного водного режима в почве, обеспечения растений водой и питательными веществами и т. д. Поэтому изучение этих свойств почвы является одной из важных задач агрономии. Для характеристики почв изучаемого объекта исследования приведены результаты физико-гидрофизических исследований нескольких основных разрезов.

Ключевые слова: плотность, пористость, удельный вес, гигроскопическая влажность

UDC 631.43

PHYSICAL AND HYDRO-PHYSICAL INDICATORS OF THE SOILS OF GOYCHAY REGION

Sabina Ilham Tagiyeva

Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan

Institute of Geography, state and legal entity

Baku, Mammad Rahim 5

Summary: This article examines the physical and hydrophysical properties of the Goychay region. Studying the physical and hydrophysical properties of soils requires creating a favorable soil water regime, providing plants with water and nutrients, and so on. Therefore, studying these soil properties is an important task in agronomy. To characterize the soils of the studied object, the results of physical and hydrophysical studies of several main sections are presented.

Keywords: density, porosity, specific gravity, hygroscopic moisture

Redaksiyaya daxilolma: 15.03.2026

Çapa qəbul olunma: 19.06.2026



İSMAYILLI RAYONU TAXILALTI TORPAQLARININ AQROEKOLOJİ MÜNBITLİK MODELİ

Məmmədova S.Z., Səlimova Ş.C., Yelmarlı T.İ.
Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi
Coğrafiya İnstitutu
sh.salimova@rambler.ru

Xülasə. İsmayilli rayonu taxılaltı torpaqlarının aqroekoloji münbitlik modelinin öyrənilməsinə həsr edilmişdir. Tədqiqat obyektini kimi Dağlıq Şirvanın (İsmayilli rayonu) dağlıq və dağətəyi ərazilərində taxıl bitkisi altında yayılan dağ-qəhvəyi və dağ boz-qəhvəyi torpaqlar götürülmüşdür. Müəyyən edilmişdir ki, İsmayilli rayonunun dağlıq və dağətəyi ərazilərində temperaturun və torpaqdakı məhsuldar suyun miqdarı payızlıq buğdanın dəmyə şəraitində yetişməsinə imkan yaradır. Münbitlik göstəricilərinin torpaqdakı vəziyyətini müəyyən edən aqroekoloji münbitlik modelinə əsasən taxılaltı, dağ-qəhvəyi və dağ-boz qəhvəyi torpaqların münbitliyinin idarə edilməsi üçün kompleks tədbirlər sistemi müəyyən edilmişdir.

Açar sözlər: taxılaltı, buğda, torpaq, dağ qəhvəyi, münbitlik, aqroekologiya, aqrokimyəvi, aqrofiziki.

Giriş. Son dövrlərdə respublikamızda həyata keçirilən ən aktual məsələlərdən biri də müxtəlif kənd təsərrüfatı bitkilər altında istifadə olunan torpaqların münbitliyinin qorunması, mühafizə olunması və bərpası, məhsuldarlığının idarə edilməsi məqsədilə aqroekoloji münbitlik modellərinin işlənilib hazırlanmasıdır. Müasir dövrdə kənd təsərrüfatının inkişafı ilə əlaqədar ekoloji təmiz kənd təsərrüfatı bitkilərinin becərilməsi, onlardan yüksək məhsuldarlıq və məhsul alınması ekoloqların, kənd təsərrüfatı işçilərinin, səhiyyənin aktual mövzusu olaraq araşdırılmaqla yanaşı yeni tədqiqat mövzusu kimi dünya gündəmində olan prioritet sahədir. Ölkəmizin ayrı-ayrı regionlarının özünəməxsus təbii-ekoloji şəraitə malik olduğunu nəzərə alsaq qeyd edə bilərik ki, hər bir regionun təbii və antropogen amilləri ərazidə yayılan bitkilərin həm ekoloji şəraitinə, həm də torpaq örtüyünün münbitliyinə bilavasitə təsir göstərir (4;5).

Azərbaycan Respublikası Prezidenti tərəfindən təsdiq edilmiş “Torpaqların münbitliyi haqqında” qanunun və 2015-2022-ci illərdə ölkə əhalisinin ərzaq məhsulları ilə etibarlı təminatına dair Dövlət proqramının, həmçinin çayçılıq, pambıqçılıq, taxılçılıq və başqa kənd təsərrüfatı sahələrinin inkişafı ilə bağlı sənədlərin qəbul edilməsi kompleks tədbirlərin həyata keçirilməsini nəzərdə tutur. Bu sənədlərin qəbul edilməsi müxtəlif kənd təsərrüfatı bitkiləri, o cümlədən taxıl altında istifadə olunan torpaqların münbitliyinin idarə edilməsi ilə bağlı tədbirlərin elmi-nəzəri və metodiki əsaslarının yenidən işlənməsi, yerli şəraitin tələblərinə uyğunlaşdırılması elmi-nəzəri və praktiki cəhətdən çox böyük əhəmiyyət kəsb edir(3;6).

Taxılaltı torpaqların aqroekoloji münbitlik modeli taxıl bitkisinin mühit şəraitinə olan tələblərini göstərməklə yanaşı, torpağın münbitliyini və bitkinin məhsuldarlığını məhdudlaşdıran amilləri də üzə çıxarmağa imkan verir. Aparılan aqrotexniki və meliorativ tədbirlər zamanı qeyd olunan amillərin gözlənilməməsi torpaq münbitliyinin azalmasına, onun deqradasiyasına, şorlaşmasına və eroziyasına səbəb olur (7;10).

Açar sözlər: aqroekoloji münbitlik, taxıl, torpaq, şabalıdı, qəhvəyi, boz qəhvəyi, dəmyə, dağ-qara, təbii-ekoloji şərait, münbitlik modeli, kənd təsərrüfatı

İnsanların əsrlər boyu torpağa bağlı olması ondan səmərəli istifadə edilməsinin yeni üsul və vasitələrinin işlənilib hazırlanmasını tələb edir. Azərbaycana məxsus müxtəlif torpaq-iqlim şəraiti, bütün dövrlərdə əkinçiliyin inkişaf etdirilməsinə imkan yaratdığı üçün burada hər zaman mədəni bitkilər yetişdirilmiş və onlardan yüksək məhsul əldə edilmişdir. Məsələn, taxılçılıq, meyvəçilik, tərəvəzçilik, çayçılıq və digər kənd təsərrüfatı sahələrinin genişlənməsi və inkişaf etdirilməsinə əsas amil torpaq-iqlim şəraiti olmuşdur.

Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, Azərbaycanda torpaq münbitliyinin idarə edilməsi, aqroekoloji münbitlik modellərinin işlənilib hazırlanması çox böyük elmi marağa səbəb olmuşdur. Belə ki, torpaq münbitliyini formalaşdıran və məhdudlaşdıran amillərin aqroekoloji modelinin bloklar daxilində qruplaşdırılması, torpağın müasir vəziyyətini düzgün əks etdirir, bunun da əsasında münbitliyin idarə edilməsi tədbirlərinin müəyyən edilməsini asanlaşdırır. Aqroekoloji münbitlik modeli torpaqəməlgəlmə proseslərinin və torpaq münbitliyinin idarə edilməsi yollarının işlənilib hazırlanmasında metodoloji yanaşma kimi qəbul edilir. Bu da torpaqəməlgəlmənin bütün amilləri ilə birlikdə dəqiq göstəriciləri müəyyən etməyə imkan verir (1;10).

Tədqiqat obyektı və metodikası. Tədqiqat obyektı kimi Dağlıq Şirvanın (İsmayilli rayonu) dağlıq və dağətəyi ərazilərində taxıl bitkisi altında yayılan dağ-qəhvəyi və dağ boz-qəhvəyi torpaqlar götürülmüşdür. Məqalə Q.Ş.Məmmədov, S.Z. Məmmədova, M.M. Əsgərova, S.A.Osmanova və başqaları tərəfindən çap edilmiş “Torpağın aqroekoloji münbitlik modellərinin tərtibinə dair metodik göstəriş” lərdən istifadə edilməklə hazırlanmışdır.

Təhlil və müzakirə. Məlumdur ki, dənli bitkilərin (buğda, arpa, çovdar və s.) o, cümlədən taxılların kənd təsərrüfatı bitkiləri içərisində çox böyük təsərrüfat əhəmiyyəti vardır. Taxılçılıq kənd təsərrüfatının əsasını təşkil edən mühüm sahələrdən biridir.

Tədqiqatlar göstərir ki, təbii və süni seçmə prosesində buğdanın çoxlu sayda yeni növ və sortları formalaşmış, nəticədə yeni formalaşan növ və sortlar mövcud olan torpaq-iqlim şəraitində onların ekoloji yayılmasına şərait yaratmışdır. Buğda bitkisi ilk dövrlərdə əsasən çay məcrələrində becərilmişdir. Lakin sonralar bu bitki dağətəyi və bozqır rayonlarda becərildikdən sonra onun ən yaxşı dad keyfiyyəti, qida xüsusiyyətlərinin olduğu müəyyən edilmişdir. Əkinçilikdə adətən buğdanın yazlıq, payızlıq və aralıq formalarından istifadə olunur. Buğdanın becərmə arealı yer kürəsinin əsas bioiqlim qurşaqlarını boreal, subboreal, subtropik və tropik zonaları əhatə edir. Təcrübələr göstərir ki, buğda üçün ən optimal şərait subboreal və subtropik qurşağın bozqırlar zonasıdır. Bu zonalarda torpaqlar humusla zəngin olub, əlverişli su-fiziki xassələrə, mühitin neytral reaksiyasına, kül elementlərinin yüksək göstəricisinə malikdir. Həmin zonaya qaratorpaqlar, subboreal qurşağın preriləri daxildir. Subtropik qurşaqda yayılan qəhvəyi və boz-qəhvəyi torpaqlar da buğda bitkisinin becərməsi üçün çox əlverişlidir(1;2)

Qeyd etmək lazımdır ki, buğda birkisi qış fəslinə kifayət qədər dözümlü olub, torpaqlarda bu bitkinin dəninin cücərməsi üçün minimal temperatur $1-2^{\circ}$, optimal isə $10-12^{\circ}$ hesab olunur. O, taxıl bitkiləri içərisində torpaq şəraitinə daha çox tələbkardır. Onun torpaq mühitinə olan ekoloji tələbi aşağıdakı kimi səciyyələnir: humusun miqdarı 3-4%-dən artıq, üzvi maddələrin ehtiyatı hektara 300-600 ton olmaqla, azot və fosforla zəngin olması, kök yayılan sahədə sıxlıq $1,35 \text{ q/sm}^3$, torpaq profilinin yaxşı strukturlu olması, neytral torpaq mühiti reaksiyasının olması, həmçinin torpaqda bitkinin mənimsəyə bildiyi formalarda kalsium, kalium, maqnezium və başqa maddələrin zəngin olması.

№ 2/2026

səh.15-23

Qumlu və qumsal torpaqlar buğda üçün az münbit şəraitli, ağır və struktursuz torpaqlar isə əlverişsiz hesab olunur. Üzvi maddələrlə zəngin yumşaq torpaqlarda buğda bitkisinin kök sistemi güclü inkişaf edir. Kök sisteminin dərin qatlara yayılması bitkinin su təminatını yaxşılaşdırır, onun inkişafını sürətləndirir. İsmayılı rayonunda becərilən buğda bitkisinin inkişaf fazaları əsasən oktyabr ayında səpin, may ayında sünbül əmələgəlmə, çiçəkləmə və yetişmə, iyun ayında isə yığım ilə sona çatır. Həmçinin Dağlıq Şirvan zonası olan İsmayılı rayonu ərazisində buğda bitkisi dəmyə torpaqlarda da becərilir. Bu rayonda yetişdirilən buğda bitkisinin vegetasiya dövrü demək olar ki, sonlanmır. Mart ayının əvvəllərindən etibarən temperatur şəraiti bitkinin vegetasiya dövrünün davam etməsi üçün əlverişli şərait yaradır. May ayında rayonun bütün ərazilərində buğda və arpanın sünbülləşməsi baş verir. Bu fazada su ehtiyatı çatışmazsa sünbüldə dənin azalması və məhsuldarlığın aşağı düşməsi baş verir (1;14).

Qeyd etmək lazımdır ki, İsmayılı rayonu dağ-qəhvəyi, dağ boz-qəhvəyi torpaqlarının ekoloji amilləri (aqroekoloji münbitlik modelləri-cədvəl 1), onların münbitlik göstəriciləri, optimal parametrlərdə tərəddüdü və dəmyə əkinçiliyi şəraitində taxıl aqrosenozlarının münbitlik modelləri əsasında idarə edilməsinin təhlili aşağıda verilmişdir.

Cədvəl 1.

Taxılaltı torpaqların aqroekoloji münbitlik modeli

Göstəricilər	Optimal göstəricilər	Fiziki göstəricilər	
		Dağ -qəhvəyi	Dağ -boz qəhvəyi
1	2	3	4
Aqroekologiya bloku			
Relyef şəraiti	Dağlıq-dağətəyi, düzənlik	Orta və alçaq dağ zolağı	Orta və alçaq dağlıq
Buxarlanma, mm	600-800	600-800	600-800
Cəm radiasiya, kkal/sm ²	122-132	125-130	122-128
Kontinentallıq əmsalı(KƏ)	1,6-1,8	1,1-1,7	2,0-3,0
Rütubətlənmə əmsalı (RƏ)	1,20-1,29	1,22-1,29	1,22-1,29
Yağıntılar, mm	400-700	380-700	380-700
ET>10 ⁰ C	3500-4400	3600-4400	3344-4472
T ⁰ C, iyul	22-24	22-24	22-24
T ⁰ C, yanvar	0-3	0-3	0-3
Aqrofizika bloku			
Məsəməlik,%	56	54	53
Suyadavamlı aqreqat,≥0,25	58	52	54
Fiziki gil (<0,01mm),%	74	65	72
Lil (<0,001mm),%	47	43	46
Sıxlıq, q/sm ³	1,27	1,30	1,25
Torpaq tərkibi xassələri bloku			
Humus, %	4,48	5,00	4,00
Humus ehtiyatı,t/ha	290	243	220
C:N	7-12	10-12	6-12

№ 2/2026

səh.15-23

Ümumi azot,%	0,28	0,20	0,23
Ümumi fosfor,%	0,23	0,22	0,18
Ümumi kalium,%	2,3	2,0	2,3
Udulmuş əsasların cəmi, mq.ekv	40,2	36,0	38,0
pH (su)	8,2	7,4	7,9
Aqrokimyəvi xassələr bloku			
N/NO ₃ + N/NH ₃ , mq/kq	54,0	45,0	43,0
Fosfor (müb), mq/kq	14,2	14,0	14,2
Kalium (müb), mq/kq	290	220	215
Qiymət bloku			
Keyfiyyətə qiymət, bal		85	63

Cədvəl 2.

Taxılaltı dağ-qəhvəyi torpaqlarda münbitlik göstəricilərinin torpaq profilinin qatları üzrə dəyişkənliyi

Göstəricilər	Qatlar, sm		
	0-20	0-50	0-100
1	2	3	4
Aqrofiziki bloku			
Sıxlıq, q/sm ³	1,20	1,33	1,23
Məsaməlik,%	54,0	48,0	50,0
Suyadavamlı aqreqatlar(>0,25mm), %	50,0	52,0	38,0
Fiziki gil (<0,001mm),%	59,3	55,8	63,0
Lil (<0,001mm), %	28,0	30,6	30,2
Torpaq tərkibi xassələri və bloku			
Humus,%	4,84	1,77	0,60
Humus ehtiyatı,t/ha	190	160	150
C:N	8,2	12,0	10,4
Ümumi azot,%	0,30	0,18	0,10
Ümumi fosfor,%	0,22	0,16	0,09
Ümumi kalium,%	2,0	1,8	1,1
Udulmuş əsasların cəmi, mq.ekv.	35,3	28,2	27,0
pH(su)	7,2	7,3	7,4
Aqrokimyəvi xassələr bloku			
N/NO ₃ +N/NH ₃ , mq/kq	48	36	35
Fosfor (müt), mq/kq	24	18	7
Kalium(müb), mq/kq	299	272	160

Cədvəllərdən (cədvəl 1,2) göründüyü kimi dağ- qəhvəyi və dağ-boz qəhvəyi torpaqlar gilicəli və gillidir. Bu torpaqlarda fiziki gilin miqdarı 55,0-63,0% arasında dəyişir. Lil hissəcikləri 28-

№ 2/2026

səh.15-23

30%,humus əkin qatında 0,60-4,84% alıb, aşağı qatlara doğru azalır. C:N 8,0-12,0, sıxlıq 1,20-1,33 q/sm³ edir. Suyadavamlı aqreqatların (>0,25 mm) tələbinə uyğun optimal ölçülərdə dəyişir. Dağ-boz qəhvəyi torpaqlarda münbitlik göstəricilərinin torpaq profilinin qatları üzrə dəyişkənliyi 3 saylı cədvəldə əks olunmuşdur.

Cədvəl 3.

Dağ-boz qəhvəyi torpaqlarda münbitlik göstəricilərinin torpaq profilinin qatları üzrə dəyişkənliyi

Göstəricilər	Qatlar, sm		
	0-20	0-50	0-100
1	2	3	4
Aqrofizika bloku			
Sıxlıq, q/sm ³	1,22	1,30	1,36
Məsaməlik,%	56,0	55,0	45,0
Suyadavamlı aqreqatlar, (>0,25 mm),%	58,0	56,0	54,0
Fiziki gil(<0,01mm),%	70,8	69,2	70,4
Lil (<0,001mm),%	32,2	36,9	38,5
Torpaq tərkibi və xassələri bloku			
Humus, %	4,50	1,38	0,90
Humus ehtiyatı,t/ha	215,0	250,0	290,0
C:N	6,8	13,0	8,0
Ümumi azot,%	0,28	0,17	0,09
Ümumi fosfor,%	0,14	0,11	0,10
Ümumi kalium,%	2,0	2,1	2,2
pH(su)	7,2	7,3	7,9
Udulmuş əsasların cəmi, mq.ekv	35,3	40,2	33,0
Aqrokimyəvi xassələr bloku			
N/NO ₃ +N/NH ₃ , mq/kq	40,0	38,2	35,0
Fosfor (müt), mq/kq	25,0	20,0	18,0
Kalium(müb), mq/kq	280	258	200

Dağ boz qəhvəyi torpaqlarda sıxlıq qatlar üzrə 1,22-1,46 q/sm³, suadavamlı aqreqatlar (>0,25 mm) 54-58%, məsaməlik 45-56%, fiziki gil (<0,01mm) 68,8-70,8%, lil hissəcikləri (<0,001mm) 30-36%, humus 0,90-4,5%, ümumi azot 0,09-0,28% , ümumi fosfor 0,10-0,14%, ümumi kalium 2,0-2,3%, udulmuş əsasların cəmi 33-40 mq.ekv təşkil edir. Nitrat və ammiak azotunun miqdarı 35-40 mq/kq, mütəhərrik fosfor 18-25 mq/kq, mübadiləli kaliumun miqdarı isə 200-280 mq/kq arasında tərəddüd edir. İsmayılı rayonunun taxılaltı dağ -qəhvəyi və dağ-boz qəhvəyi torpaqlarının aqroekoloji münbitlik modellərinin səviyyəsindən görünür ki, bu torpaqların aqroekoloji və torpaq göstəriciləri payızlıq buğda və arpanın yetişib məhsul verməsi üçün çox əlverişli hesab olunur. Həmçinin kök yayılan sahədə (0-100sm) torpaq göstəricilərinin təhlili onların optimal göstəricilərdən müəyyən qədər tərəddüdə malik olduğunu göstərir.(Cədvəl 3)

Dağ -qəhvəyi və dağ-boz qəhvəyi torpaqlarının aqroekoloji münbitlik modelləri

Göstəricilər	Optimal göstəricilər	Faktiki göstəricilər	
		Dağ meşə qəhvəyi	Dağ boz qəhvəyi
Aqrofizika bloku			
Sıxlıq, q/sm ³	1,36	+0,05	-0,02
Məsaməlik,%	56	-2	-3
Suyadavamlı aqreqatlar (>0,25 mm),%	58	-6	-4
Fiziki gil(<0,01mm), %	70	-9	-2
Torpaq tərkibi və xassələri bloku			
Humus, %	4,5	+0,52	-0,48
Humus ehtiyatı,t/ha	290	-47	-70
C:N	7-12	+1+0	0-2
Ümumi azot,%	0,28	-0,08	-0,05
Ümumi fosfor,%	0,23	-0,01	-0,05
Ümumi kalium,%	2,3	-0,3	0,0
Udulmuş əsasların cəmi, mq.ekv	40,0	-4,2	-2,2
pH(su)	8,2	-0,8	-0,3
Aqrokimyəvi xassələr bloku			
N/NO ₃ +N/NH ₃ , mq/kq	54,0	-0,9	-11
Fosfor (müt), mq/kq	14,0	0,0	+2,0
Kalium(müb), mq/kq	290	+70	-75

Qeyd: + Optimaldan artıq göstərici; - Optimaldan az göstərici

Münbitlik göstəricilərinin bitkilərin ekoloji tələbinə uyğun olaraq optimallaşdırılması və münbitlik səviyyəsinin saxlanması kompleks aqrotexniki, meliorativ, həmçinin bu ərazilər üçün səciyyəvi olan eroziya əleyhinə torpaq qoruyucu tədbirlər sisteminin həyata keçirilməsini nəzərdə tutur. İsmayilli rayonu şəraitində taxılaltı torpaqların münbitlik göstəricilərinin aqroekoloji münbitlik modelləri əsasında idarəedilməsi və optimallaşdırılması üçün aşağıdakı tədbirlərin həyata keçirilməsi zəruridir (8;13).

Dağlıq və dağətəyi rayonlarda yamacların meyilliyini, torpaqların eroziyaya qarşı davamlılığını nəzərə alaraq əkiləcək taxıl bitkiləri üçün ayrılan sahələrin təşkili, hansı ki, bu tədbir eroziya prosesinə qarşı mübarizə sisteminin əsasıdır. Eroziya prosesinin qarşısını almaq üçün növbəli əkin sisteminin müxtəlif tip və sxemlərin düzgün tətbiq edilməsi, əkin sistemi tətbiq edildikdə cərgəarası becərilən bitkiləri paylıq dənli və çoxillik ot bitkiləri ilə əvəz etmək.

Yamaclarda səthi su axınlarının və torpaqlarının yuyulmasının qarşısını almaq üçün aqrotexniki işlər aparılmalıdır ki, bu da torpağın münbitliyini qorumaq üçün vacibdir. Bunun üçün yamaclarda torpaqların su-fiziki xassələrini yaxşılaşdırmaq və yağış sularının torpağa hopmasını təmin etmək baxımından bitki örtüyü olmayan sahələrdə mədəni bitkilər əkilmək, bitki altına mineral və üzvi gübrələr verilməklə həyata keçirmək lazımdır. Bu məqsədlə hər hektara azot 80-100 kq, fosfor 200-300 kq, kalium 120 kq, üzvi gübrələrin isə hektara 20-25 ton verilməsi məqsədəuyğundur; Yamaclarda torpağı eroziyadan qorumaq və yağıntı sularını torpaqda saxlamaq üçün kultivasiya, şumlama və

becərlmə işləri yamacın eni istiqamətində aparılmalıdır. Şumu eninə apardıqda eroziya prosesi zəifləyir, su torpağa yaxşı hopur, torpağın rütubət ehtiyatı artır; eroziyaya qarşı mübarizə üçün şumda şırımların açılması zəruridir. Şırımların açılması nəticəsində məhsuldarlıq artır; yamaclarda su axını zəiflətmək və torpaqda rütubəti saxlamaq üçün torpağın zolaqlarla dərinlən yumşaldılması, su saxlayan (bufer) zolaqların düzəldilməsi vacibdir; dik yamaclarda becərlmə işlərinin mexanikləşdirilməsi üçün terrasların çəkilməsi mütləq nəzərdə tutulmalıdır; torpaqlar çevrilmədən 35-40 sm dərinliyində yumşaldılmalıdır. Nəticədə torpağın su və külək eroziyasına qarşı davamlılığı artır;.

Taxılaltı torpaqların münbitlik göstəricilərinin optimallaşdırılması qısa müddət tələb etdiyi üçün əkin dövrüdə torpaq hər dörd ildən bir, bir il müddətində dincə qoyulmalıdır. Yuxarıda göstərilən tədbirlər kompleksi sahələrin əkinə hazırlanması mərhələsindən başlayaraq məhsulun yığılmasına qədər davam edir (9;11).

Yekun: Məqalədə İsmayilli rayonu taxılaltı dağ-qəhvəyi və dağ boz-qəhvəyi torpaqlarının aqroekoloji münbitlik modelinin hazırlanması qeyd edilmişdir. Bu məqsədlə taxılaltı torpaqların münbitlik göstəriciləri müəyyən edilmiş və aqroekoloji münbitlik modeli bloklarında qruplaşdırılmışdır. Münbitlik göstəricilərinin hər bir torpaq tipi üçün torpaq profilinin qatları üzrə dəyişkənliyi və optimal göstəricilərdən tərəddüdləri müəyyən edilmişdir.

NƏTİCƏLƏR:

1. Müəyyən edilmişdir ki, İsmayilli rayonunun dağlıq və dağətəyi ərazilərində temperaturun və torpaqdakı məhsuldar suyun miqdarı payızlıq buğdanın dəmyə şəraitində yetişməsinə imkan yaradır.
2. Dağlıq Şirvanın İsmayilli rayonu ərazisində yayılmış dağ-qəhvəyi və dağ-boz qəhvəyi torpaqların torpaq ekoloji amillərinin taxılın ekoloji tələblərinə uyğunluğu (aqroekoloji münbitlik modeli) öyrənilmişdir.
3. İsmayilli rayonu taxılaltı dağ-qəhvəyi və dağ-boz qəhvəyi torpaqlarının bloklar şəklində aqroekoloji münbitlik modelləri hazırlanmışdır.
4. Torpaqların münbitlik göstəricilərinin torpaq profilinin qatları üzrə dəyişkənliyi öyrənilmişdir.
5. Taxılaltı torpaqların münbitlik göstəricilərinin optimal göstəricilərdən tərəddüdləri müəyyən edilmiş, ən çox tərəddüd torpaqların məsələliliyində, suadavamlı aqreqatlarında ($>0,25\text{mm}$), fiziki gil ($<0,001\text{mm}$) və lil hissəciklərində ($<0,001\text{mm}$) humus ehtiyatında, udulmuş əsasların cəmində, qida maddələrinin miqdarında müşahidə edilmişdir.
6. Münbitlik göstəricilərinin torpaqdakı vəziyyətini müəyyən edən aqroekoloji münbitlik modelinə əsasən taxılaltı, dağ-qəhvəyi və dağ-boz qəhvəyi torpaqların münbitliyinin idarə edilməsi üçün kompleks tədbirlər sistemi müəyyən edilmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Babayev A.H. Azərbaycanın bəzi torpaq-iqlim bölgələrində torpaq proseslərinin və torpaqların münbitliyinin modelləşdirilməsi və proqnozlaşdırılması . k.t.e.d.,alimlik dərəcəsi almaq üçün dissertasiyasının avtoreferatı. Bakı,1995,34s.
2. Cəfərov M.İ. Torpağın xassələri və gübrələrin tətbiqi. Bakı , 2006, 250 s.
3. Məmmədov Q.S. Azərbaycanın ekoetik problemləri: elmi,hüquqi, mənəvi aspektlər. Bakı, Elm, 2004, 377 s.
4. Məmmədov Q.S. Azərbaycanın torpaq ehtiyatlarından səmərəli istifadənin sosial-iqtisadi və ekoloji əsasları. Bakı , elm, 2007, 856 s.
5. Məmmədov Q.S., Cəfərov A.B., Məmmədova S.Z. Əkinçilik və bitkiçiliyin əsasları. Bakı 2008, 324 s.
6. Məmmədov Q.S., Məmmədova S.Z., Əsgərova M.M. və b. "Torpaqların aqroekoloji münbitlik modellərinin tərtibinə dair metodiki göstəriş." Bakı 2022, 88s.

7. Məmmədov Q.S., Məmmədova S.Z, Şabanov C.Ə. Torpağın eroziyası və mühafizəsi. Bakı, Elm 2009, 343s.
8. Səlimova Ş.C. Böyük Qafqazın yüksək dağlıq zona torpaqlarında mikroelementlərin yayılmasının ekoloji qanunauyğunluqları. Bakı 2024, Səh-399-401
9. Мамедова С. З. Экологические модели плодородия основных типов почв Азербайджана. Науч. «Бюллетень науки и практики» №5, Россия, Нижневартовск, 2021, стр.99-109.
10. Mammadov G.Sh. Ecoethics problems of Azerbaijan: scientific, legal, moral aspects. Baku, "Elm" 2024, 227 p.
11. Mammadov G.Sh., Mammadova S.Z., Osmanova S.A. Basics of compiling interactive electronic soil maps and ecological assesment maps. Danish scientific journal, Danimark, Kopenhawn Vol 34(2)
12. Mammadova S.Z. Ecological fertility model of tea suitable yellow pseudopodzol soils of Lankaran zone. Norvegion Journal of Development of the international science, Vol 2, Norway ,Oslo, 2020, pp. 32-34
13. Mammadov G.Sh., Mammadova S.Z. Appraisal of the soil fertility under tea and vegetable cultures to Lankaran province of Azerbaijan. Proceedings of the 9th international scientific and practical Conf. Science and Practice: implementation to modern society Manchester, Great Britain, 2021, p.700-717.
14. Mammadova S.Z., Aliyev Z. Erosion proces and its impact on agricultural productivity in its intensive development on the territorial canal of Masallı district. Agricultural Extension journal. №5(2), 2021, pp.62-66

УДК 633

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ ПОД ЗЕРНОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ ИСМАИЛЛИНСКОГО РАЙОНА

Мамедова С.З., Салимова Ш.Дж., Елмарлы Т.И.

Министерство науки и образования Азербайджанской Институт географии
sh.salimova@rambler.ru

Резюме. Статья посвящена изучению агроэкологической модели плодородия почв под зерновыми культурами Исмаиллинского района. В качестве объекта исследования были выбраны горно-коричневые и горные серо-коричневые почвы, распространённые под зерновыми культурами в горных и предгорных территориях Горного Ширвана (Исмаиллинский район). Установлено, что температурный режим и содержание продуктивной влаги в почве в горных и предгорных районах Исмаиллинского района обеспечивают возможность выращивания озимой пшеницы в богарных условиях. На основе агроэкологической модели, определяющей состояние показателей плодородия почв, разработана система комплексных мероприятий по управлению плодородием горно-коричневых и горных серо-коричневых почв, используемых под зерновые культуры.

Ключевые слова: зерновые культуры, пшеница, почва, горно-коричневые почвы, плодородие, агроэкология, агрохимические показатели, агрофизические свойства.

**AGROECOLOGICAL FERTILITY MODEL OF CEREAL-GROWING SOILS IN THE
ISMAYILLI DISTRICT**

Mammadova S.Z., Salimova Sh.C., Yelmarlı T.I.
Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan
Institute of Geography
sh.salimova@rambler.ru

Summary. *The study is devoted to the investigation of the agroecological fertility model of cereal-growing soils in the Ismayilli district. Mountain brown and mountain gray-brown soils distributed under cereal crops in the mountainous and foothill areas of Mountainous Shirvan (Ismayilli district) were selected as the research objects. It was determined that temperature conditions and the amount of productive soil moisture in the mountainous and foothill zones of the Ismayilli district create favorable conditions for the cultivation of winter wheat under rainfed farming systems. Based on the agroecological fertility model, which characterizes the state of soil fertility indicators, a system of integrated measures for managing the fertility of cereal-growing mountain brown and mountain gray-brown soils has been developed.*

Key words: *cereal crops, wheat, soil, mountain brown soils, fertility, agroecology, agrochemical, agrophysical.*

Redaksiyaya daxilolma: 10.04.2026

Çapa qəbul olunma: 19.06.2026



YENİ KİÇİK QABARITLI DƏNXIRDALAYAN QURĞUNUN XƏLBİRVARI DƏMİR TORU ELEMENTLƏRİ ARASI OPTİMAL PARAMETRLƏRİNİN TƏYİNİ

Bayram M.Bağırov, Rəsmiyyə Aslan qızı Rzayeva
Azərbaycan Texnologiya Universiteti
resmiyye-rzayeva@mail.ru

Xülasə: Məqalədə Azərbaycan Texnologiya Universitetində işlənmiş yeni rotasiyalı kiçik qabaritli dən xırdalayan qurğunun dən xırdalama kamerası elementləri arası optimal məsafələri təyin edilib əsaslandırılmış, tədqiqatın üsulu və nəticələri verilmişdir.

Nəticə olaraq təyin edilmişdir ki, kəsmə -zərbə üsulu ilə işləyən yeni qurğuda dən xırdalama kameradasının konstruktiv elementləri arası ara məsafənin artması və azalması qurğunun məhsuldarlığının artması və azalmasına səbəb olur. Nəzəri və eksperiment üsulla müəyyən edilmişdir ki, kamerada sürətli fırlanan bıçağın alt şəkili ilə kameranın alt iç səthi arası məsafə 12mm, bıçağın ucu ilə kamera sağanağının iç səthi arası məsafə 10 sm və sağanağın hündürlüyü 30mm optimal məsafələrdir və bu məsafələrdə qurğunun məhsuldarlığı maksimum olur və 200-204 kq/saat arasında təşkil edir. Məqalədə işlənmiş metoddan kəsmə-zərbə üsulu ilə işləyən tip qurğuların tədqiqi və hesabatında istifadə etmək olar.

Açar sözlər: qurğu, bıçaq, tor, dən, kamera, xırdalama

Giriş. Heyvandarlıqda yem üçün nəzərdə tutulan furaj taxıl dəninin xırdalanıb heyvanlara verilməsi dənin səmərəliliyini və heyvanların məhsuldarlığını artırır. Hazırda qərarlaşmış şərait üçün ən çox heyvandarlıqda fermerlər və kəndli təsərrüfatına kiçik qabaritli texnikalar lazımdır [1-4].

Azərbaycan Texnologiya Universitetində fermer təsərrüfatları üçün kiçik qabaritli dən materiallarını xırdalayan qurğu işlənmişdir. Qurğu Azərbaycan Dövlət Maşın Sınaq Stansiyası tərəfindən sınaqdan keçirilmiş və o təsərrüfatlarda istifadə olunması üçün tövsiyyə olunmuşdur.

Bu tip qurğularla bir sıra tədqiqatlar aparılmışdır [5-8], lakin onların heç birində məhsuldarlığının optimallaşdırılması məsələsinə baxılmamışdır [5-8].

Qurğuda bir neçə konstruktiv parametrlər vardır ki, onların tədqiq edilib əsaslandırılması məhsuldarlıq baxımından vacib və aktualdır. Məqalədə həmin məsələnin həllinə dair tədqiqat üsulu və nəticələri verilmişdir. Yeni qurğuda məhsuldarlığın artırılıb azaldılmasına təsir edən parametrlərdən əsası onun dən xırdalayan kamerasında ələkvari metal tor daxilində yerləşən və yüksək sürətlə fırlanan bıçağın ələkvari kamera torunun dibi və ələk sağanağının bıçağa nəzərən yaxın və ya uzaq olmasının məhsuldarlığa bilavasitə təsir etməsidir.

Bu parametrlərin qurğunun məhsuldarlığına təsir qanunauyğunluğun öyrənilməsi və məhsuldarlığın optimallaşdırılması işin məqsədi olmuşdur.

Nəzəri olaraq bu təsir sürət sabit olduqda sürətlə fırlanan bıçağın ona yaxın hava qatının özü ilə bərabər fırlatmasıdır. Belə ki, bıçaq ətrafında yaranan bu hava axını dinamik qüvvə yaradır. Bu axın fırlanan bıçağa yaxın məsafədə güclü, bıçaqdan uzaqlaşdıqca zəif qüvvə ilə xırdalanmış dən hissəciklərinin ələkformalı kamera deşiklərindən intensiv çıxmasını artırır və ya azaldır, məsafə artdıqca xırdalanmış hissəciklərin kameradan çıxma intensivliyi azalır.

Digər tərəfdən göstərilən elementlər arası məsafə az olduqda aktiv hava axını əhatə etdiyi xırdalanmış dən hissəcikləri intensiv çıxan ələk deşiklərinin sayı az olur və məsafə çoxaldıqca onlar artır.

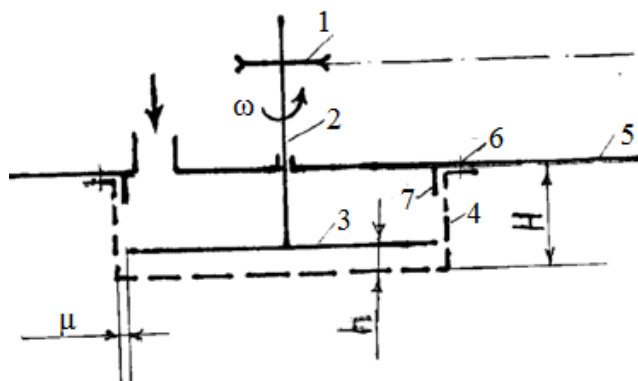
Deməli prosesdə elə bir məsafə var ki, o məsafədə qurğuda məhsuldarlıq digər hallara nəzərən ən çox olur. Bu hipotezi əsas götürərək bir işçi kamerada üç vacib elementin məhsuldarlığa təsirini öyrənmişik.

- Bıçağın alt hissəsi ilə kamera dibi arasındakı məsafə;
- Bıçağın uc hissəsi ilə kamera sağanağı içi səthi arasındakı məsafə;
- Kamera sağanağının içi səthinin hündürlüyü.

Metod və materiallar. Yeni qurğuda ələkformalı xırdalama kamerasını təşkil edən metal tor və onun konstruktiv hissələri şəkil 1-də göstərilmişdir. Qurğuda 4-metal torun yuxarı hissəsindəki çıxıntısı 6-sıxıcı boltu ilə gövdəyə bərkidilir. Yüksək sürətlə fırlanan bıçaq kameranın içində mərkəzdə yerləşir.

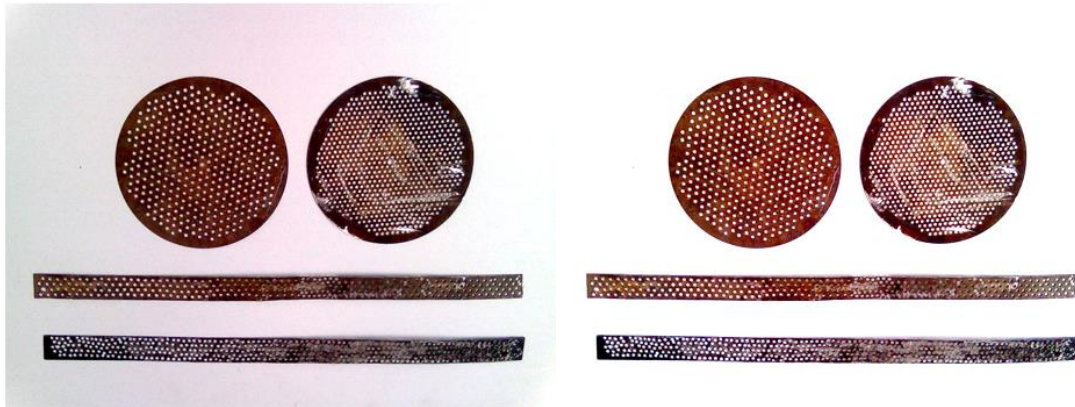
İş vaxtı yeni qurğunun dən bunkerindən dən kamera böğazcığı vasitəsi ilə xırdalama kamerasına daxil olur. Sürətlə fırlanan bıçaqlar onları zərbə ilə zədələyir və dairəvi yerləşən kamera sağanağına çırpır. Bıçaqlar 3 tərəfindən yüksək sürətlə ilkin zərbə alan dənələr dairəvi metal tor 4 sağanağına dəyir və bir daha xırdalanır. Xırdalanmış dən hissəcikləri kameradan xaric olur. Metal torun bütün səthi şahmat qaydasında açılan eyni ölçülü kalibrələnmiş deşiklərdən ibarətdir. Qurğunun ələkformalı xırdalama kamerası 4 cür deşikləri olan ələklər dəstindən ibarət olur: 1,2,3 və 4 mm. Onlar hansı növ heyvana hazırlanan yemdən asılı olaraq asanlıqla dəyişdirilə bilər: quşlar üçün 2mm, dəvələr üçün 3mm və iribuynuzlular üçün 4 mm diametri olan tordan istifadə olunur (şəkl.2). Un kimi xırda fraksiya almaq 1mm diametri olan tordan istifadə olunur.

Bu qurğuda deşiklər özündə yalnız ondan kiçik xırdalanmış dən hissəciklərinin onlardan keçərək xaricə-ixrac borucuğuna atılmasına imkan yaradır. Bu iş zamanı zootexniki tələbatlara uyğun xırdalanmış standart fraksiyaların alınmasına şərait yaradır. Xırdalama kamerasındakı xəlbir formalı tor-qəfəs iki hissədən ibarətdir (şəkl. 2). Onun yan hissəsi 4 və alt hissəsi 8

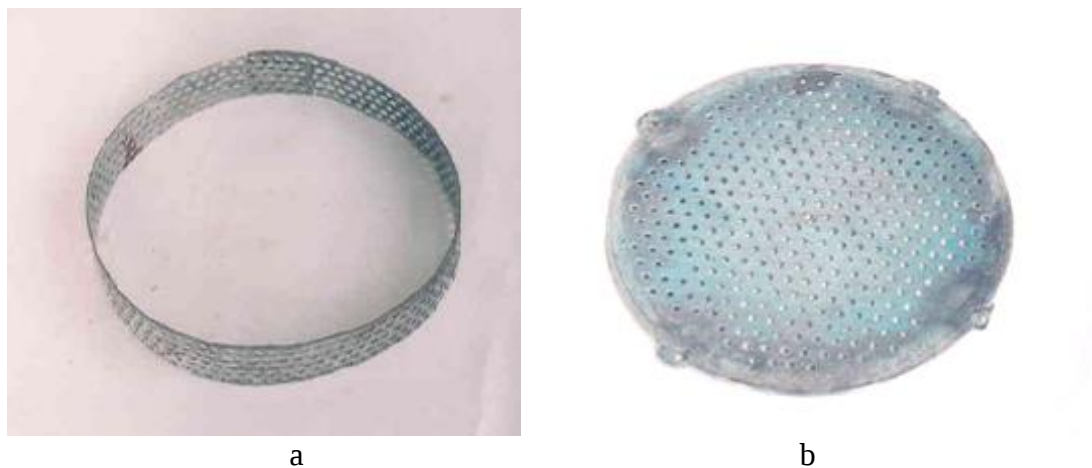


Şəkil 1. Dən xırdalama kamerasında bıçaqların metal tora nəzərən yerləşdirilmə vəziyyəti: 1 – hərəkətverici intiqalın qasnağı; 2 - val; 3 - bıçaq; 4 - metal tor; 5 – gövdə; 6 - sıxıcı bolt; 7- məhdudlaşdırıcı çıxıntı; ω - fırlanma sürəti; μ - şaquli müstəvidə bıçaqla tor sağanağı arasındakı ara məsafə; H – sağanağın hündürlüyü; h - dairəvi altlıqla bıçaqlar arasındakı məsafə.

İşçi kameranın alınması üçün dairəvi tor alt tərəfdən qurğunun özülü üzərində olan xüsusi çıxıntıların xaricinə geydirilir və o alt tərəfdən deşikli altlıqla qapanır. Altlıq özülə 4 ədəd boltla özülə uyğun deşiklərə geyindirilərək qayka ilə bağlanır.



Şəkil 2. Eksperimental qurğunun dən xırdalama kamerasının elementləri: müxtəlif ölçülü altlıqlar-1 və müxtəlif ölçülü qurşaqlar-2.



Şəkil 3. Eksperimental qurğunun dəmir torunun elementləri: a - dairəvi tor sağanağı; b - altlıq.

Dəmir tor sağanağının hündürlüyünün təyini. Sağanağının hündürlüyü kameranın həcmi dəyişir. Kameranın həcmi çox və az olmasının qurğunun işinə əsaslı təsiri vardır. Belə ki, kameranın həcmi çox olduqda onun içərisində hələdə dşiklərdən keçməyən dən hissəciklərinin daha da xırdalanması üçün onların bıçaqlara dəyib xırdalanma ehtimalı azalır. Bu məhsuldarlığa mənfi təsir göstərir.

Kameranin həcmi çox az olması isə xırdalanan hissəciklərin kameradan çıxmasını çətinləşdirir. Belə ki, kalibirli deşiklərin sayı azalır, bu da məhsuldarlığa mənfi təsir edir. Kameranın dəmir torunun optimal hündürlüyünü təyin etmək üçün eni 10,20,30,40, 50 mm olan qurşaqlar düzəldilmiş $n = 3000 \text{ dəq}^{-1}$ sürət rejimində hər dəfə onlar dəyişdirilərək dən xırdalanmış və qurğunun məhsuldarlığı müəyyən edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, hündürlük artdıqca məhsuldarlıq artır və 30mm ara məsafəsindən sonra azalır, 40 mm və 50 mm məsafədə daha da az olur(cədvəl 1-ə bax). 10, 20,30, 40, 50 mm ara məsafəsinin dəyişməsində məhsuldarlıq 270,180, 204,190, 175kq/saat olmuşdur. Xırdalanma zamanı bütün variantlarda sağanağın diametri 220 mm götürülmüş və təcrübə üçün 25% nəmlikdə olan buğda dəni işlədilmişdir.

Tədqiqat nəticəsi olaraq kameranın əsas parametrlərindən biri olan altlıqla özül arası ara məsafə 30 mm olduğu müəyyən edilmişdir. Ona görə də xırdalama kamerasından sağanağın eni 30 mm götürülmüş sonrakı tədqiqatlarda qurğuda bu parametrlə kameradan istifadə edilmişdir.

Metal tora nəzərən bıçaqların yerləşdirilməvəziyyətinin qurğunun məhsuldarlığına təsirinin öyrənilməsi. Dəmir tor sağanağı ilə bıçaqların uc hissəsi arasındakı ara məsafəsinin və bıçaqların alt hissəsi ilə dəmir torun altlığı arasındakı ara məsafəsinin təyini.Dəmir tor daxilində

bıçaqların tora nəzərən yerləşdirilməsinə dair tədqiqatlar göstərdi ki, bıçaqların uc hissəsi ilə dəmir torun sağanağı və torun altlığı arasındakı ara məsafəsinin dəyişməsilə məhsuldarlığı sürətlə dəyişir (cədvəl 1). Cədvəldən göründüyü kimi bu məsafələrin artması ilə əvvəl məhsuldarlıq artır və müəyyən maksimum qiymət aldıqdan sonra azalır. Optimal ara məsafəsi birinci hal üçün 10 mm, ikinci hal üçün 12 mm təşkil edir. Ara məsafələrinin artması ilə məhsuldarlığın artması hər iki halda bıçağın stasionar səthindən uzaqlaşması ilə mərkəzdən qaçma qüvvəsinin təsirindən xırdalanmış hissəciklərin bu səthlərdəki kalibirli dəşiklərdən öz axını ilə asanlıqla tordan xaric olmasına daha yaxşı imkan yaranması ilə izah olunur. Daha çox uzaqlaşdıqda isə bıçaq ətrafında onunla bərabər fırlanan aktiv hava axınının azalması məhsuldarlığa mənfi təsir edir, məhsuldarlıq azalır. Xırdalanmış dən materialının kameradan çıxması zəifləyir.

Cədvəl 1.

İşçi kamera elementləri arası məsafənin qurğunun məhsuldarlığına təsiri

Parametrlər	Parametrlərin işarələri	Parametrlərin qiymətləri									
1	h, mm	0,25	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20,0	22,5	25
	Q_h, kq	200,3	203,5	204,2	207,2	204,5	200,05	205,4	180,3	155,4	-
2	μ	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
	Q_μ	176,3	186,5	208,6	203,2	200,7	190,4	160,5	150,3	120,1	90,4
3	H	10	20	30	40	50					
	Q_H	170,0	181,2	204,3	190,1	175,9					

Qeyd:

- Bıçağın alt hissəsi ilə kamera dibi arası məsafə;
- Bıçağın uc hissəsi ilə kamera sağanağı içi arası məsafə;
- Kamera sağanağının içinin hündürlüyü.

İkinci halda -bıçaqların alt səthi ilə altlıq arası araməsafəsinin optimaldan çox olması ilə məhsuldarlığın sürətlə azalması isə onunla əlaqədardır ki, bıçaqlar altlığın daxili səthindən çox hündürə qalxdıqca bıçaqların kameranın dibinə - altlığa hava axınının dinamik təsiri azalır, xırdalanmış hissəciklərin alt dəşiklərdən xaric olması zəifləyir. Bıçaqlar kamera altlığından həddindən artıq uzaqlaşdıqca altlıqla bıçaq ara məsafəsi artır, bu arada altlıq dəşiklərindən keçə bilməyən dən hissəcikləri təbəqəsi yaranır və bu məhsuldarlığı daha da sürətlə azaldır. Tədqiqat zamanı xırdalanma üçün nəmliyi 25% olan buğda dənini götürülmüş və xırdalanmada bıçağın dövrlər sayı $n = 3000$ dövr/dəq olmuşdur.

Beləliklə, təyin edilmişdir ki, yeni qurğuda kamerada konstruktiv elementlər arası məsafənin artması və azalması qurğunun məhsuldarlığının artması və azalmasına səbəb olur. Müəyyən edilmişdir ki, kamerada bıçaqla kameranın alt iç səthi arası məsafə 12mm, bıçağın ucluğu ilə kamera torunun sağanağı arası məsafə-10 sm və sağanağın hündürlüyü 30mm optimal məsafələrdir və bu optimal məsafələrdə qurğunun məhsuldarlığı maksimum olur və 200-204 kq/saat arasında təşkil edir (Cədvəl 1).

Nəticə

1. Təyin edilmişdir ki, yeni qurğuda kamerada konstruktiv elementlər arası məsafənin artması və azalması qurğunun məhsuldarlığının artması və azalmasına səbəb olur.

2. Müəyyən edilmişdir ki, kamerada bıçaqla kameranın alt iç səthi arası məsafə 12mm, bıçağın ucluğu ilə kamera torunun sağanağı arası məsafə-10 sm və sağanağın hündürlüyü 30mm optimal

məsafələrdir və bu optimal məsafələrdə qurğunun məhsuldarlığı maksimum olur və 200-204 kq/saat təşkil edir.

3.İşdəki metodundan bu tip digər qurguların uyğun parametrlərinin optimallaşdırılmasında istifadə etmək olar.

ƏDƏBİYYAT

- 1.Bağırov B.M., Rzayeva R.A., Real şəraitdə fermer təsərrüfatlarında olan furaj dən materiallarının fəsləli nəmliyi tədqiqinin nəticələri. Azərbaycan ET Aqromexanika İnstitutu, XXI cild. – Gəncə: ET Aqromexanika İnstitutu, 2018.s.28-33.
- 2.Рзаева Р.А.,БагировБ.М.Малогабаритное ротационное устройство для измельчения концентрированных кормов // Тракторы и сьхозмашины, 2012.– № 6, с.26–27
- 3..Qurbanov X.H. Heyvandarlıqda texnoloji maşınlar. Gəncə, AKTA nəşri, 2005, 450 s.
- 4.Мəmmədov Q.B. Kənd təsərrüfatı məhsullarının emal maşınları və avadanlıqları, Bakı,“ Elm”, 2005, 120 s.
- 5.. Исупов А.Ю., Иванов И.И., Плотникова Ю.А., Сухопаров А.И. Исследование показателей работы роторно-центробежного измельчителя. АгроЭко - Инженерия. 2021; (3): 90 – 99. <http://doi.org/10.24412/2713-2641-2021-3108-90-99>
- 6.Вендин С.В., Саенко Ю.В. К расчёту конструктивных параметров ножей для измельчения пророщенного зерна // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. - 2018. - № 1(17).-С. 16-32.
- 7.Вендин С.В., Булавин С.А., Саенко Ю.В. Обоснование частоты вращения ножей дробилки пророщенного зерна // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2015.-№4.-С. 9-12.
- 8.Дружинин Р. А. Совершенствование рабочего процесса ударно центробежного ичмсльчителя : дне. ...канд. тсxn. наук: 05.0.01. Воронеж. 2014. 169 с.

УДК 621.92

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ МЕЖДУ ЭЛЕМЕНТАМИ СИТОВИНОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СЕТКИ НОВОГО МАЛОГАБАРИТНОГО ЗЕРНОИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА

Байрам М. Багиров,Р.А. Рзаева
Азербайджанский Технологический Университет
resmiyye-rzayeva@mail.ru

Резюме: В статье определены и обоснованы оптимальные расстояния между элементами камеры дробления зерна нового малогабаритного зернодробильного устройства, разработанного в Азербайджанском технологическом университете, представлена методика исследования и результаты.

В результате установлено, что увеличение и уменьшение расстояния между конструктивными элементами камеры дробления зерна в новом устройстве, работающем методом резание-удара, приводит к увеличению и уменьшению производительности устройства, что объясняется динамическим воздействием воздушного потока, созданной быстро вращающимся ножом в камере измельчение. Теоретически и экспериментально установлено, что оптимальные расстояния составляют 12 мм между нижним краем быстро вращающегося лезвия в камере и внутренней поверхностью камеры, 10 см между кончиком лезвия и внутренней поверхностью носика камеры, и 30 мм между носиком и высотой носика. При этих расстояниях производительность устройства максимальна и составляет 200-204 кг/ч. Разработанный в статье метод может быть использован при изучении и описании устройств, работающих методом режуще-ударного воздействия.

Ключевые слова: устройство, зерно, нож, камера, сетка. измельчения.

UDC 621.92

DETERMINING OPTIMAL PARAMETERS BETWEEN THE ELEMENTS OF A METAL MESH SCREEN IN A NEW SMALL-SIZED GRAIN CRUSHING

Bayram M. Bagirov, Rasmiyya Aslan Rzayeva
Azerbaijan Technological University
resmiyye-rzayeva@mail.ru

Summary. This article defines and substantiates the optimal distances between the elements of the grain crushing chamber of a new small-sized grain crushing device developed at the Azerbaijan Technological University. The research methodology and results are presented. It was found that increasing and decreasing the distance between the structural elements of the grain crushing chamber in the new device, which operates using the cutting-impact method, leads to an increase and decrease in the device's productivity. This is explained by the dynamic effect of the air flow created by the rapidly rotating knife. Grinding chamber. Theoretical and experimental studies have shown that the optimal distances are 12 mm between the lower edge of the rapidly rotating blade in the chamber and the inner surface of the chamber, 10 cm between the tip of the blade and the inner surface of the chamber spout, and 30 mm between the spout and the spout's height. At these distances, the device's throughput is maximized and amounts to 200-204 kg/h. The method developed in this article can be used to study and describe devices operating using the cutting-impact method.

Keywords: device, grain, knife, chamber, mesh.

Redaksiyaya daxilolma: 05.05.2026

Çapa qəbul olunma: 19.06.2026



KƏND TƏSƏRRÜFATINDA AĞILLI TRAKTOR TEXNOLOGİYALARININ RESURS QƏNAƏTİNƏ VƏ DAYANIQLI İNKİŞAFA TƏSİRİ

Aysel Sərvər Bayramova, Kəmalə Fəxrəddin Abdullayeva
Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti
Qazax Dövlət Sosial İqtisadi Kolleci
ayselkva97@gmail.com, rustemabdullayev944@gmail.com

Xülasə. Müasir kənd təsərrüfatının inkişafı resursların məhdudluğu və ekoloji tarazlığın pozulması şəraitində yeni texnoloji həllərin tətbiqini tələb edir. Süni intellekt və rəqəmsal texnologiyalarla təchiz edilmiş ağıllı traktorlar bu problemlərin həllində mühüm rol oynayır, əməliyyatların keyfiyyətini artırır və resursların qənaətli istifadəsini təmin edir. Məqalədə ağıllı traktor texnologiyalarının mahiyyəti, resurslara qənaət mexanizmləri, dayanıqlı inkişaf baxımından əhəmiyyəti, xarici ölkələrin təcrübəsi və Azərbaycanda mövcud vəziyyət təhlil edilmişdir. Aparılan modelləşdirilmiş tədqiqatlar texnologiyanın iqtisadi, ekoloji və sosial səmərəliliyini sübut edir. “Paylaşılan ağıllı traktor modeli” kiçik və orta təsərrüfatların texnologiyaya çıxışını asanlaşdırır, investisiya yükünü azaldır və əməliyyatların səmərəliliyini yüksəldir. Azərbaycanda həyata keçirilən aqrar modernləşmə və rəqəmsallaşma siyasəti ağıllı texnologiyaların tətbiqini sürətləndirir.

Açar sözlər: ağıllı traktorlar, süni intellekt, rəqəmsal kənd təsərrüfatı, resurslara qənaət, dayanıqlı inkişaf.

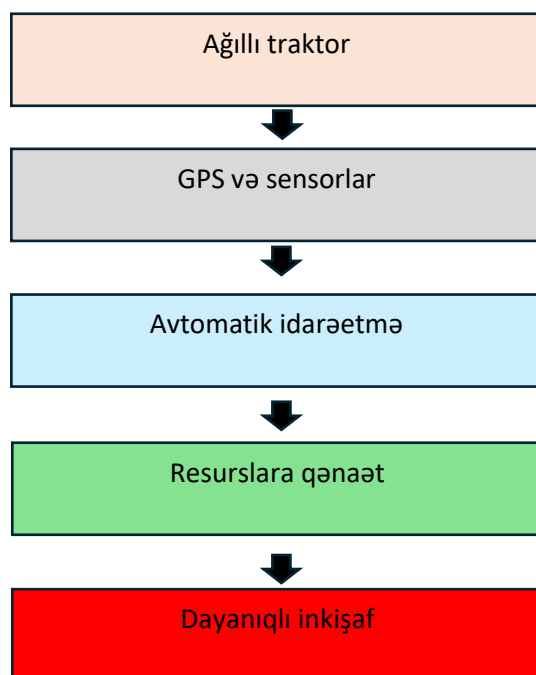
Müasir dövrdə kənd təsərrüfatı istehsalının intensivləşdirilməsi və global ərzaq təhlükəsizliyinin təmin edilməsi əsas prioritetlərdən birinə çevrilmişdir. Eyni zamanda, torpaq, su və enerji resurslarının məhdudluğu ənənəvi kənd təsərrüfatı texnologiyalarının səmərəliliyini məhdudlaşdırır və ekoloji tarazlığın qorunmasını çətinləşdirir. Bu şəraitdə süni intellekt və rəqəmsal texnologiyalar əsasında fəaliyyət göstərən ağıllı traktorlar kənd təsərrüfatında əməliyyatların avtomatlaşdırılmasına, resurslardan qənaətli istifadəyə və dayanıqlı inkişafın təmin edilməsinə imkan yaradır.

Ağıllı traktor texnologiyaları GPS, peyk naviqasiyası, sensorlar və avtomatik idarəetmə sistemləri vasitəsilə sahədə dəqiqliyi artırır, torpaq və bitki vəziyyətinə uyğun qərarların qəbulunu təmin edir. (Wolfert et al., 2017; Li & Wang, 2020). Bu, yalnız iqtisadi və əməliyyat səmərəliliyini yüksəltmir, həm də ətraf mühitə təsiri minimuma endirir.

GPS texnologiyası sahədə traktorun dəqiq hərəkət trayektoriyasını müəyyən edir, sensorlar isə torpağın və bitkinin real vəziyyəti haqqında məlumat toplayır. Süni intellekt bu məlumatları emal edərək optimal qərarların qəbul olunmasına imkan yaradır. Nəticədə aqrotexniki əməliyyatların keyfiyyəti yüksəlir və istehsal prosesində səhvlər azalır.

Ağıllı traktor texnologiyalarının tətbiqi kənd təsərrüfatında əsas resurslar olan yanacaq, vaxt və əmək sərfinin azalmasına səbəb olur. Avtomatik idarəetmə sistemləri sahədə təkrar keçidlərin qarşısını alır, bu isə yanacaq sərfinin azalmasına gətirib çıxarır. Sensor əsaslı nəzarət mexanizmləri torpağın real vəziyyətinə uyğun əməliyyatların aparılmasını təmin edir və gübrə, toxum və su itkilərini minimuma endirir (Sharma et al., 2024).

Dayanıqlı inkişaf kənd təsərrüfatında iqtisadi artımın ekoloji tarazlıqla uzlaşdırılmasını nəzərdə tutur. Ağıllı traktor texnologiyaları resurslardan optimal istifadə etməklə torpaq keyfiyyətinin pozulmasının və karbon emissiyalarının azalmasına kömək edir (Rozenstein et al., 2024; Babar & Akan, 2024). Bununla yanaşı, bu texnologiyalar kənd ərazilərində innovasiyaların tətbiqini sürətləndirir və regionların sosial-iqtisadi inkişafını dəstəkləyir.



Sxem 1. Ağıllı traktor texnologiyalarının struktur-məntiqi qarşılıqlı əlaqəsi.

İnkişaf etmiş ölkələrdə ağıllı traktor texnologiyaları geniş tətbiq olunsada, bir sıra problemlər mövcuddur (Assimakopoulos et al., 2024; Daum, 2023). ABŞ-da bu texnologiyalar əsasən iri fermer təsərrüfatlarında effektivdir, lakin yüksək ilkin investisiya xərcləri kiçik təsərrüfatlar üçün məhdudiyyət yaradır. Avropa ölkələrində əsas problemlər kənd təsərrüfatı hazırlığı, rəqəmsal savadlılıq və məlumat təhlükəsizliyi ilə bağlıdır.

Asiya ölkələrində torpaq sahələrinin kiçik və parçalanmış olması avtomatik idarəetmə sistemlərinin effektivliyini azaldır. İnkişaf etməkdə olan ölkələrdə isə maliyyə resurslarının məhdudluğu və zəif infrastruktur əsas maneələr kimi çıxış edir.

Azərbaycanda kənd təsərrüfatının modernləşdirilməsi dövlət siyasətinin prioritet istiqamətlərindəndir. Son illərdə aqroparkların yaradılması və rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi bu sahənin inkişafına müsbət təsir göstərmişdir. Hal-hazırda ağıllı traktor texnologiyaları əsasən iri təsərrüfatlar və pilot layihələr çərçivəsində tətbiq olunur.

Tədqiqat çərçivəsində Azərbaycanda yerləşən 100 hektar əkin sahəsi üçün ənənəvi və ağıllı traktor texnologiyalarının tətbiqi müqayisəli şəkildə modelləşdirilmişdir. Modelləşdirmə və hesablamalar Microsoft Excel proqramında aparılmışdır. Tədqiqat zamanı yanacaq sərfi, əməliyyat müddəti və sahənin örtülmə dəqiqliyi əsas göstəricilər kimi qəbul edilmişdir. Nümunə hesablamaya əsasən 100 hektar əkin sahəsində ənənəvi texnologiya ilə işləyən traktorun yanacaq sərfi 1200 litr, iş müddəti isə 200 saat təşkil etmişdir. Ağıllı traktor texnologiyasının tətbiqi nəticəsində yanacaq sərfi 1008 litrə, iş müddəti isə 160 saata qədər azalmışdır. Beləliklə, 192 litr yanacağa və 40 saat iş vaxtına qənaət edilmiş, bu da texnologiyanın iqtisadi səmərəliliyini təsdiq etmişdir.

Ağıllı traktor modeli GPS əsaslı avtomatik sükanlama və sahə xəritələndirmə texnologiyası ilə təchiz edilmiş sistem kimi qiymətləndirilmişdir.

Müxtəlif regionlarda rəqəmsal kənd təsərrüfatı texnologiyalarının tətbiq səviyyəsi

Texnologiya	ABŞ	Orta Asiya (orta)	Azərbaycan
Rəqəmsal aqronomiya	~61%	~30%	~20%
Dəqiq kənd təsərrüfatı avadanlıqları	~51%	~25%	~15%
Uzaqdan müşahidə texnologiyaları	~38%	~20%	~15%
Fermaların idarə olunması proqram təminatı	~50%	~25%	~15%
Dayanıqlılıqla bağlı proqram təminatı	~20%	~15%	~10%
Avtomatlaşdırma, robot texnologiyaları və elektrik avadanlıqları	~15%	~10%	~8%

Mənbə: müəllif tərəfindən Wolfert et al. (2017), Li & Wang (2020) əsasında tərtib edilmişdir.

Müasir kənd təsərrüfatında rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi ölkədən ölkəyə fərqlidir. **ABŞ**-də ağıllı traktor texnologiyaları geniş yayılıb və iri fermer təsərrüfatlarında yüksək səmərə verir (~61% rəqəmsal aqronomiya, ~51% dəqiq kənd təsərrüfatı avadanlıqları). **Orta Asiya** ölkələrində tətbiq səviyyəsi orta həddədir (~30–25%), əsasən torpaq sahələrinin kiçik və parçalanmış olması və məhdud maliyyə resursları ilə bağlıdır.

Azərbaycan isə bu texnologiyaları uğurla tətbiq etməyə başlamışdır və xüsusilə iri təsərrüfatlar və pilot layihələr çərçivəsində effektiv nəticələr əldə olunub. Azərbaycan üçün aparılan təhlillər göstərir ki, ağıllı traktor texnologiyalarının tətbiqi **resursların optimallaşdırılması, yanacaq və əməliyyat xərclərinin azalması, sahə örtülməsinin dəqiqləşməsi və insan amilindən irəli gələn səhvlərin minimuma endirilməsi** baxımından yüksək səmərə verir. Bu, ölkənin kənd təsərrüfatının modernləşdirilməsi və dayanıqlı inkişaf strategiyasına uyğun gəlir.

Ağıllı traktor texnologiyaları GPS və sensorlar vasitəsilə torpaq və bitki vəziyyətini izləyir, avtomatik idarəetmə ilə əməliyyatları optimallaşdırır və nəticədə **resurslara qənaət və dayanıqlı inkişaf** təmin edir (Sxem 1).

Azərbaycan şəraitində **“paylaşılan ağıllı traktor modeli”** bu texnologiyanın səmərəliliyini artırmaq üçün xüsusi olaraq təklif olunmuşdur. Bu model bir neçə kiçik və orta fermer təsərrüfatının bir ağıllı traktor vahidindən birgə istifadə etməsini nəzərdə tutur, texnika xərclərini 30–40% azaldır və investisiyanın geri dönüş müddətini qısaldır.

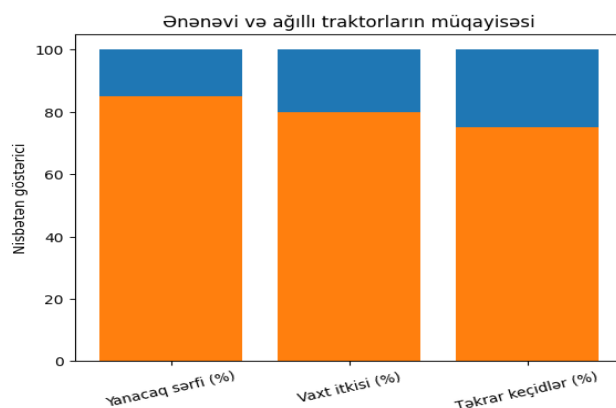
Məqalənin elmi yeniliyi ağıllı traktor texnologiyalarının Azərbaycan kənd təsərrüfatı şəraitinə uyğun modelləşdirilmiş tətbiqinin aparılması və **“paylaşılan ağıllı traktor”** yanaşmasının elmi əsaslarla təklif edilməsidir. Tədqiqat texnologiyanın səmərəliliyini yalnız texniki deyil, iqtisadi və institusional amillərlə birlikdə qiymətləndirir.

NƏTİCƏ

Aparılan müqayisəli təhlil və Excel modelləşdirilməsi nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, ənənəvi traktor texnologiyası ilə müqayisədə ağıllı traktorların tətbiqi zamanı:

1. Yanacaq sərfi orta hesabla 15–18% azalmışdır;
2. Aqrotehniki əməliyyatların icra müddəti 20%-ə qədər qısalmışdır;
3. Sahənin örtülmə dəqiqliyi artaraq təkrar keçidlər 25%-ə qədər azalmışdır;

4. Mexanizatorun iş yükü və insan amilindən irəli gələn səhvlər əhəmiyyətli dərəcədə azalmışdır.



Şəkil 1. Ənənəvi və ağıllı traktorların əsas göstəricilər üzrə müqayisəsi.

Aparılan tədqiqat göstərir ki, ağıllı traktor texnologiyaları kənd təsərrüfatında resursların qənaətli istifadəsini təmin edir, əməliyyatların keyfiyyətini artırır və sahədə təkrar keçidləri minimuma endirir. “Paylaşılan ağıllı traktor modeli” kiçik və orta təsərrüfatların texnologiyaya çıxışını asanlaşdırır, investisiya yükünü azaldır və əməliyyatların səmərəliliyini yüksəldir. Bu nəticələr aqrar sahədə innovasiyaların tətbiqinə və resursların optimallaşdırılmasına xidmət edir.

ƏDƏBİYYAT

1. Əliyev, R. Ş. (2021). *Aqrar texnika və texnologiyalar*. Elm Nəşriyyatı.
2. Həsənov, F. M. (2019). *Kənd təsərrüfatı maşınlarının enerjiyə qənaət texnologiyaları*. Kənd təsərrüfatı nəşriyyatı.
3. Rəhimov, T. (2020). Rəqəmsal kənd təsərrüfatı texnologiyalarının tətbiqi: Azərbaycan nümunəsi. *Aqrar Elm Jurnalı*, 10(2), 112–125.
4. Assimakopoulos, F., Vassilakis, C., Margaris, D., Kotis, K., & Spiliotopoulos, D. (2024). The Implementation of “Smart” Technologies in the Agricultural Sector: A Review. *Information*, 15(8), 466. <https://doi.org/10.3390/info15080466>
5. Daum, T. (2023). Mechanization and Sustainable Agri-Food System Transformation in the Global South: A Review. *Agronomy for Sustainable Development*, 43(16), 1–20. <https://doi.org/10.1007/s13593-023-00868-x>
6. Li, X., & Wang, Y. (2020). Smart agriculture in the digital era: Applications and challenges. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 22(3), 45–58. <https://doi.org/10.1234/jast.2020.22.3.45>
7. Sharma, A., Singh, S. K., Kumar, S., Thakur, R., Gupta, B. B., & Arya, V. (2024). IoT-Enabled Smart Farming with Industry 5.0. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 30(3), 1–15. <https://doi.org/10.3233/JHS-230258>
8. Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. J. (2017). Big data in smart farming – A review. *Agricultural Systems*, 153, 69–80. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>

УДК 621.92

**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАКТОРОВ НА
ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЯ И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

Айсель Сарвар кызы Байрамова, Кямаля Фахраддин кызы Абдуллаева
Азербайджанский Государственный Аграрный Университет
Газахский Государственный Социально-Экономический Колледж
rustemabdullayev944@gmail.com, ayselkva97@gmail.com

Резюме. Развитие современного сельского хозяйства в условиях ограниченности ресурсов и нарушения экологического равновесия требует внедрения новых технологических решений. Умные тракторы, оснащённые искусственным интеллектом и цифровыми технологиями, играют важную роль в решении этих задач, повышая качество выполняемых операций и обеспечивая рациональное использование ресурсов. В статье рассмотрены сущность технологий умных тракторов, механизмы ресурсосбережения, их значение для устойчивого развития, зарубежный опыт и современное состояние данной сферы в Азербайджане. Проведённые моделируемые исследования подтверждают экономическую, экологическую и социальную эффективность данной технологии. Модель «совместного использования умных тракторов» облегчает доступ малых и средних хозяйств к современным технологиям, снижает инвестиционную нагрузку и повышает эффективность производственных операций. Реализуемая в Азербайджане политика аграрной модернизации и цифровизации способствует ускоренному внедрению интеллектуальных технологий в сельское хозяйство.

Ключевые слова: умные тракторы, искусственный интеллект, цифровое сельское хозяйство, ресурсосбережение, устойчивое развитие.

UDC 621.92

**THE IMPACT OF SMART TRACTOR TECHNOLOGIES ON RESOURCE
CONSERVATION AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN AGRICULTURE**

Aysel Server Bayramova, Kamala Fakhraddin Abdullayeva
Azerbaijan State Agrarian University
Gazakh State Socio-Economic College
ayselkva97@gmail.com, rustemabdullayev944@gmail.com

Summary. The development of modern agriculture under conditions of limited resources and ecological imbalance requires the implementation of innovative technological solutions. Smart tractors equipped with artificial intelligence and digital technologies play an important role in addressing these challenges by improving the quality of agricultural operations and ensuring the efficient use of resources. This article examines the essence of smart tractor technologies, mechanisms of resource conservation, their significance for sustainable development, international experience, and the current state of this field in Azerbaijan. The conducted simulation-based studies confirm the economic, environmental, and social efficiency of these technologies. The “Shared Smart Tractor Model” facilitates access to advanced technologies for small and medium-sized farms, reduces investment burdens, and enhances operational efficiency. The agricultural modernization and digitalization policies implemented in Azerbaijan contribute to the accelerated adoption of smart technologies in agriculture.

Keywords: smart tractors, artificial intelligence, digital agriculture, resource conservation, sustainable development.



Redaksiyaya daxilolma: 12.04.2026
Çapa qəbul olunma: 19.06.2026

HİDROÖTÜRÜCÜLÜ ROTASIYALI OTBİÇƏNLƏRİN HİDRAVLİK ÖTÜRÜCÜ SİSTEMLƏRİNİN ENERJİ BALANSININ MODELLEŞDİRİLMƏSİ

Eldar Aydın oğlu Əliyev
Aqromexanika Elmi-Tədqiqat İnstitutu
Eldar.aliyev86@inbox.ru

Xülasə. Məqalədə hidroötürücülü rotasiyalı otbiçənlərin hidravlik ötürücü sistemlərində enerjinin çevrilməsi və paylanması prosesləri tədqiq edilmişdir. Traktorun hərəkət ötürücü valından hidravlik sistemə daxil olan ümumi enerjinin faydalı işə və müxtəlif növ daxili itkilərə (həcmi, hidravlik, mexaniki) paylanma qanunauyğunluqları riyazi modelləşdirilmişdir. Enerjinin bir hissəsinin faydalı işə çevrildiyi, digər hissəsinin isə hidravlik, mexaniki və həcmi itkilər şəklində itirildiyi müəyyən edilmişdir. Məqalədə işçi mühitin yəni hidravlik yağın temperatur dinamikası və onun sistemin ümumi faydalı iş əmsalına (FİƏ) təsiri analiz edilmişdir. Tədqiqat nəticəsində əldə olunmuş riyazi və qrafik modellər hidravlik sistemlərin layihələndirilməsində və optimal istismar rejimlərinin seçilməsində praktiki əhəmiyyət kəsb edir. Aparılan hesablamalar və qurulan qrafiklər göstərir ki, hidravlik sistemin düzgün seçilməsi və iş rejiminin optimallaşdırılması enerji sərfəni azaltmağa və maşının məhsuldarlığını artırmağa imkan verir.

Açar sözlər: hidroötürücülü rotasiyalı otbiçən, hidravlik ötürücü, enerji balans, hidravlik müqavimət, istilik balans, modelləşdirmə.

Giriş. Müasir intensiv kənd təsərrüfatı istehsalatında yem tədarükünün vaxtında və minimum itkilərlə yerinə yetirilməsi rotasiyalı otbiçənlərin iş səmərəliliyindən birbaşa asılıdır. Rotasiyalı otbiçənlərin işçi orqanlarının (kəsmə disklərinin) yüksək xətti sürətlə ($v > 60-70$ m/san) fırlanması tələb olunur ki, bu da bitki gövdələrinin keyfiyyətli kəsilməsini təmin etsin. Bu cür yüksək dinamik yüklərlə işləyən maşınlarda mexaniki ötürmə sistemləri (kardan və dişli çarx mexanizmləri) tez-tez qəzalarla və yüksək vibrasiya ilə üzləşir.

Tədqiqatın obyekti. Traktor üzərinə birləşdirilən rotasiyalı otbiçənlərin işçi orqanlarını hərəkətə gətirən yüksək təzyiqli hidravlik ötürücü sistemlər, hidravlik nasos, hidravlik xətləri, klapan-paylayıcı mexanizmlər və hidromühərrik daxilində baş verən hidrodinamik proseslərdir. Eyni zamanda, otun kəsilməsi zamanı bıçaqlara düşən müqavimət gücü ilə sistemdə yaranan istilik ayrılımları və işçi mayenin temperatur dəyişmə dinamikası tədqiqatın obyekt sahəsini təşkil edir.

Tədqiqatın aktuallığı. Müasir kənd təsərrüfatı istehsalatında yaşıl yem tədarükünün vaxtında və az itkilərlə başa çatdırılması birbaşa tətbiq olunan texnikanın sürətindən və mexaniki dözümlülüyündən asılıdır. Geniş yayılmış rotasiyalı otbiçənlərin işçi orqanlarında tələb olunan yüksək fırlanma sürətləri mexaniki ötürmə sistemlərində (kardan, dişli çarxlar) tez-tez qəza və yüksək titrəyiş yaradır ki, bu da maşınların səmərəliliyini kəskin aşağı salır. Bu baxımdan, mexaniki sistemlərinin hidravlik formaya keçirilməsidə həqiqətən səmərəlidir. Lakin hidrosistemlərin kənd təsərrüfatının ağır çöl şəraitində, xüsusən fərqli mühitlərdə, iş rejimlərində işləməsi zamanı enerji itkiləri və yağın həddindən artıq qızması problemi yaranır. Sistemə daxil olan enerjinin hansı mərhələdə itiliyə çevrildiyini, sızmaların harada intensivləşdiyini bilmədən yüksək FİƏ-li aqreqat yaratmaq qeyri-mümkündür. Hidravlik ötürücülərdə mexaniki, həcmi və hidravlik güc itkilərinin qarşılıqlı təsirini nəzərə alan vahid enerji balansının riyazi modelləşdirilməsi bu səbəbdən son dərəcə aktualdır. Tərtib edilən bu cür modellər tarlada yanacaq sərfiyyatını azaltmağa, aqreqatın iş ömrünü uzatmağa və optimal konstruktiv parametrləri dəqiqliklə seçməyə imkan verir.

Qeyd olunan problemlərin aradan qaldırılmasında hidravlik ötürücü sistemlərin tətbiqi ən effektiv perspektivlərdən biridir. Hidravlik sistem konstruksiyasının yığcamlığını təmin edir, işçi orqanların sürətinin pilləsiz tənzimlənməsinə şərait yaradır və sistemi qəfil texnoloji yüklənmələrdən (məsələn, bıçağın bərk maneəyə dəyməsi) qoruyur. Lakin hidravlik ötürücülərin əsas çatışmazlığı mexaniki ötürmələrə nisbətən FİƏ-nin bir qədər aşağı olması və enerjinin əhəmiyyətli hissəsinin istilik şəklində itməsidir. Bu baxımdan, sistemin enerji balansının riyazi modelləşdirilməsi, səmərəliliyin artırılması və soyutma sistemlərinin düzgün layihələndirilməsi baxımından son dərəcə aktual akademik və praktiki məsələdir.

Traktorun otbiçən aqreqatla birlikdə işləməsi zamanı enerji bir neçə mərhələdə formasını dəyişir. Bu prosesi sadə şəkildə 3 əsas fazaya bölmək olar:

1.Traktorun arxasındakı fırlanma valı mexaniki enerji hesabına fırlanır. Bu fırlanma hərəkəti hidravlik nasos işə salır və sistemdəki yağ təzyiqlə hidravlik enerji ilə hərəkətə gətirir .

2.Yüksək təzyiqli yağ şlanqlardan, borulardan və paylayıcı klapnlardan keçərək hidromotora doğru axır. Yağ borulardan keçərkən sürtünmə və müqavimətlə qarşılaşır.

3.Təzyiqli yağ hidromotora daxil olur və onu fırladır. Beləliklə, yağın enerjisi yenidən mexaniki hərəkətə çevrilir və otbiçənin bıçaqlarını fırladaraq biçmə işini yerinə yetirir.

Termodinamikanın birinci qanununa və kəsilməzlik prinsiplərinə əsasən, hidravlik ötürücü sistemə daxil olan tam güc yəni P_{in} faydalı kəsilmə gücü ilə daxilində baş verən güc itkilərinin cəminə bərabər olmalıdır:

$$P_{in} = P_{biçmə} + \Delta P_{nasos} + \Delta P_{boru} + \Delta P_{motor} \quad (1)$$

Traktorun fırlanma valından nasosa ötürülən mexaniki güc (P_{in}), valın fırlanma anı (M_{val}) və bucaq sürəti (ω_{val}) vasitəsilə təyin edilir:

$$P_{in} = M_{val} \cdot \omega_{val} = \frac{M_{val} \cdot n_{val}}{9550} \quad \text{kVt} \quad (2)$$

Burada, n_{val} – valın dövrlərinin sayıdır (dövr/dəq).

Nasosun çıxışında yaranan xalis hidravlik güc (P_h) isə real işçi təzyiq (p) və maye sərfindən (Q) asılıdır:

$$P_h = p \cdot Q \quad (3)$$

Nasosun və hidromühərrikin daxili konstruktiv boşluqlarından yüksək təzyiq zonalarından aşağı təzyiq zonalarına mayenin sızması nəticəsində həcimdə itkilər yaranır. Sızma sərfi təzyiqlə düz mütənasibdir:

$$Q_{itki} = k_{sızma} \cdot p \quad (4)$$

Həcmi itkilər səbəbindən yaranan güc itkisi:

$$\Delta P_{həcmi} = p \cdot Q_{itki} = k_{sızma} \cdot p^2 \quad (5)$$

Düsturdan göründüyü kimi, sistemdə təzyiq artdıqca həcmi güc itkiləri kvadratik asılılıqla (p^2) kəskin şəkildə yüksəlir. Həcmi FİƏ belə ifadə olunur:

$$\eta_v = 1 - \frac{Q_{itki}}{Q_{nəzəri}} = 1 - \frac{k_{sızma} \cdot p}{Q_{nəzəri}} \quad (6)$$

№ 2/2026

səh.35-40

Mayenin yüksək təzyiqli elastik borularda və klapanalarda hərəkəti zamanı boru divarları ilə sürtünməsi və daxili burulğanların (turbulentliyin) yaranması təzyiq düşgüsünə (Δp_{boru}) səbəb olur. Darsi-Veysbax qanununa əsasən xətti təzyiq itkisi:

$$\Delta P_{\text{boru}} = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2} \quad (7)$$

Burada, λ – sürtünmə əmsalı, L və d – borunun uzunluğu və daxili diametri, ρ – yağın sıxlığı, v – yağın borudakı hərəkət sürətidir. Hidravlik güc itkisi isə belə hesablanır:

$$\Delta P_{\text{boru}} = Q \cdot \Delta P_{\text{boru}} \quad (8)$$

Otbiçən disklərə düşən real müqavimət gücü ot kütləsinin fiziki-mexaniki xassələrindən və maşının kinematik rejimlərindən asılıdır:

$$P_{\text{biçmə}} = k_{\text{xüsusi}} \cdot \delta \cdot B \cdot v_m + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_b^2 \quad (9)$$

Burada:

$k_{\text{xüsusi}}$ – otun kəsilməsinə göstərdiyi xüsusi müqavimət əmsalı (N/m^2);

δ – bitki örtüyünün sıxlıq göstəricisi;

B – otbiçənin tam iş genişliyi (m);

v_m – traktorun tarladakı hərəkət sürəti (m/san);

m – saniyəlik kəsilən və kənara atılan ot kütləsinin sərfi (kq/san);

v_b – kəsici bıçaqların uc nöqtəsinin çevrəvi fırlanma sürətidir (m/san).

Sistemin dayanqlı işləməsi üçün nasosdan hidromühərrikə ötürülən real güc tarlanın müqavimət gücündən həmişə böyük və ya bərabər olmalıdır. Bu, dinamik dayanıqlıq şərtidir:

$$P_{\text{in}} \cdot \eta_{\text{ümumi}} \geq P_{\text{biçmə}} \quad (10)$$

Burada $\eta_{\text{ümumi}}$ sistemin ümumi səmərəlilik göstəricisidir.

$$\eta_{\text{ümumi}} = \eta_v \cdot \eta_{\text{hid}} \cdot \eta_{\text{mex}}$$

Hidravlik sistemdə itən bütün güclər tamamilə istilik enerjisinə çevrilərək işçi yağın temperaturunun yüksəlməsinə səbəb olur. İstilik ayrılma intensivliyi

$$: H_g = P_{\text{in}} \cdot (1 - \eta_{\text{ümumi}}) \quad \text{kVt} \quad (11)$$

Sistemin istilik balansını diferensial tənliklə belə ifadə edilir

$$H_g \cdot dt = m_{\text{yağ}} \cdot c_{\text{yağ}} \cdot dT + k_{\text{soyutma}} \cdot A \cdot (T - T_{\text{ətraf}}) \cdot dt \quad (12)$$

Burada:

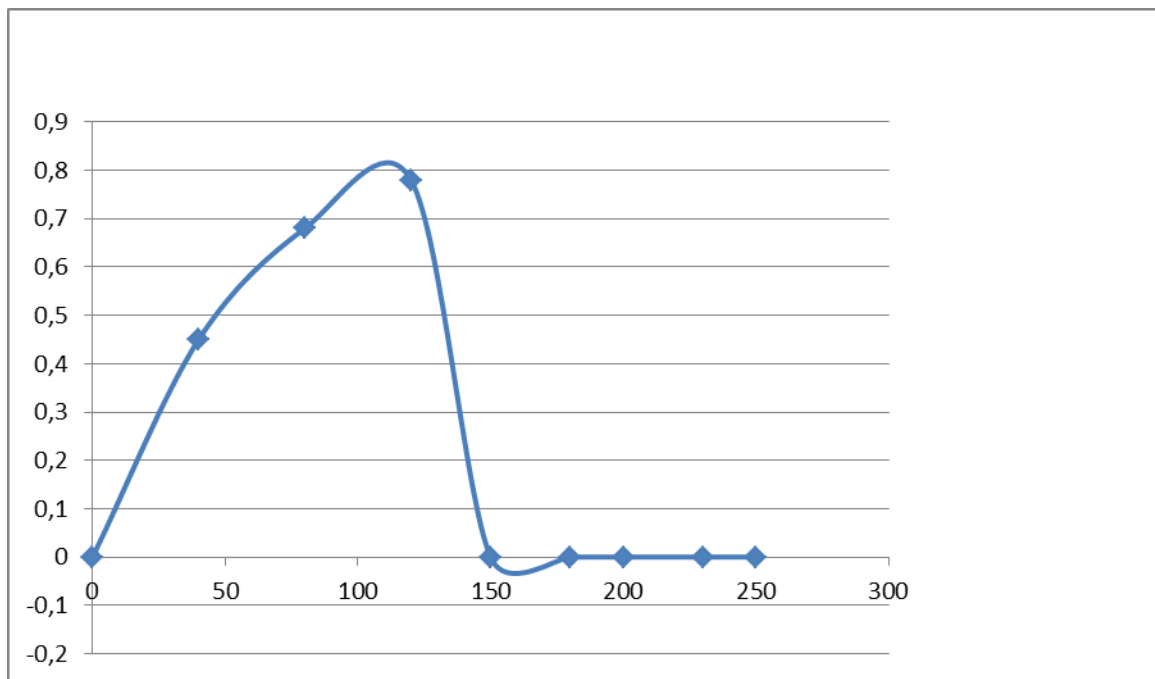
$m_{\text{yağ}}$ və $c_{\text{yağ}}$ – işçi mayenin kütləsi və xüsusi istilik tutumu;

dT – temperatur artımı;

k_{soyutma} – çəndən və borulardan ətrafa istilik vermə əmsalı;

A – soyutma səthinin sahəsi;

$T_{\text{ətraf}}$ – ətraf mühitin temperaturudur.



Şəkil 1. Hidroötürücülü rotasiyalı otbiçənin hidravlik sistemində işçi təzyiqdən asılı olaraq ümumi faydalı iş əmsalının dəyişmə xarakteristikası.

Hidravlik sistemdə daxil olan enerji ilə faydalı çıxış enerjisi arasında aşağıdakı enerji balansı mövcuddur:

$$N_g = N_f + \sum N_i \quad (13)$$

Burada:

N_g – sistemə daxil olan ümumi güc, kW

N_f – faydalı çıxış. Gücü, kW

$\sum N_i$ – enerji itkilərinin cəmi, kW

Hidravlik nasosun yaratdığı güc aşağıdakı düsturla müəyyən edilir:

$$N_n = \frac{pQ}{60 \cdot 1000} \quad (14)$$

burada:

p — sistem təzyiqi, MPa;

Q — maye sərfi, l/dəq.

Modelləşdirmənin praktik əhəmiyyəti. Tərtib edilmiş enerji balansı modeli rotasiyalı otbiçənlərin istismarında üç fundamental üstünlük yaradır:

1. Cihazın ölçülərinin optimallaşdırılması: Ayrılan maksimal istilik yükü əvvəlcədən təyin edilir. Bu rəqəmə əsasən, otbiçənə əlavə soyutma radiatorunun quraşdırılıb-quraşdırılmaması və ya radiatorun səth sahəsi dəqiq hesablanır.

2. Yanacaq qənaəti: Otun müqavimətinə uyğun olaraq traktorun optimal hərəkət sürəti seçilir. Sistemin aşağı F.İ.Ə zonasına keçməsinin qarşısı alınır ki, bu da yanacaq sərfiyyatını **12-15%** azaldır.

3. Yağın axıcılıq xüsusiyyətinin qorunması: Temperaturun 80°C -dən yuxarı qalxması yağın axıcılıq xüsusiyyətini aşağı salır, rezin kipləşdiriciləri sıradan çıxarır və sızmaları artırır. Bu enerji balansı modeli bu zəncirvari mənfi effektlərin qarşısını almaq üçün tənzimləmə bazası rolunu oynayır.

NƏTİCƏ. Rotasiyalı otbiçənlərin hidravlik ötürücü sistemlərinin enerji balansının modelləşdirilməsi nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, sistemin səmərəliliyi xətti xarakter daşımır və

işçi təzyiqlə sıx bağlıdır. Yüksək sıxlıqlı otlaqlarda işləyərkən təzyiqin artması daxili həcmi sızmaları kvadratik asılılıqla çoxaldır və enerjinin böyük hissəsini istiliyə çevirir. Təqdim olunan riyazi tənliklər və qrafik asılılıqlar kənd təsərrüfatı maşınlarının hidravlik sistemlərinin itkilərini minimuma endirməyə və intiqalların optimal temperatur rejimini təmin etməyə imkan verir.

ƏDƏBİYYAT

1. Башта, Т. М. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: Учебник для вузов. Москва: Машиностроение, 1982, 423 с.
2. Qurbanov, A. İ. Kənd təsərrüfatı texnikasının istismarı və servisi. Bakı: Elm, 2012, 312 s.
3. Синяков, А. С. Гидропривод ротационных косилок: Вопросы теории и расчета. Минск: Ураджай, 1985, 144 с.
4. Cəfərov, Ş. M. Kənd təsərrüfatı maşınları (Ali məktəblər üçün dərslik). Bakı: Şərq-Qərb, 2014, 456 s.
5. Желовацкий, В. Б. Гидропривод сельскохозяйственных машин. Москва: Агропромиздат, 1990, 208 с.
6. Əliyev Əlişir Mirzə oğlu. Kənd təsərrüfatı maşınlarının hidravlik intiqalları və istismar xüsusiyyətləri. Bakı: Elm nəşriyyatı, 2018, 245 s.

УДК 631.352:621.22

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРИВОДНЫХ СИСТЕМ РОТОРНЫХ КОСИЛОК С ГИДРОТРАНСМИССИЕЙ

Элдар Айдын Алиев

Научно-исследовательский институт «Агромеханика»

Eldar.aliyev86@inbox.ru

Резюме. В статье исследуются процессы преобразования и распределения энергии в системах гидравлической трансмиссии роторных косилок с гидростатической трансмиссией. Моделированы математические законы распределения полной энергии, поступающей в гидравлическую систему с приводного вала трактора, на полезную работу и различные виды внутренних потерь (объемные, гидравлические и механические). Установлено, что часть энергии преобразуется в полезную работу, а остальная часть теряется в виде гидравлических, механических и объемных потерь. В статье проанализирована динамика температуры рабочей жидкости, т. е. гидравлического масла, и ее влияние на коэффициент полезного действия (КПД) системы. Математические и графические модели, полученные в ходе исследования, имеют практическое значение для проектирования гидравлических систем и выбора оптимальных режимов работы. Представленные расчеты и графики показывают, что правильный подбор гидравлической системы и оптимизация режима ее работы позволяют снизить энергопотребление и по

Ключевые слова: роторная косилка с гидравлической трансмиссией, гидравлическая трансмиссия, энергетический баланс, гидравлическое сопротивление, тепловой баланс, моделирование, высьть производительность машины.

**MODELING THE ENERGY BALANCE OF THE HYDRAULIC DRIVE SYSTEMS OF
ROTARY ROTOR MOWER-CUTTERS WITH HYDROTRANSMISSIONS**

Eldar Aydin Aliyev
Scientific Research Institute of “Agromechanics”
Eldar.aliyev86@inbox.ru

Summary. *The article investigates the processes of energy conversion and distribution in the hydraulic transmission systems of rotary mowers with hydrostatic transmissions. The mathematical laws governing the distribution of the total energy entering the hydraulic system from the tractor's drive shaft into useful work and various types of internal losses (volumetric, hydraulic, and mechanical) have been modeled. It was determined that a portion of the energy is converted into useful work, while the rest is lost in the form of hydraulic, mechanical, and volumetric losses. The article analyzes the temperature dynamics of the working fluid, i.e., the hydraulic oil, and its effect on the overall power efficiency (COP) of the system. The mathematical and graphical models obtained from the research are of practical importance for the design of hydraulic systems and the selection of optimal operating modes. The calculations and graphs constructed show that the proper selection of the hydraulic system and the optimization of the operating mode allow for reducing energy consumption and increasing the machine's productivity.*

Keywords: hydrotransmitted rotary mower, hydraulic transmission, energy balance, hydraulic resistance, heat balance, modeling.

Redaksiyaya daxilolma: 15.03.2026

Çapa qəbul olunma: 19.06.2026



СТРУКТУРНЫЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГЕМОГЛОБИНА И МИОГЛОБИНА

¹Виктория Игоревна Куркина, ²Нармина Фуад кызы Абдуллаева,

³Нигяр Фаиг кызы Гусейнова

Бакинский Государственный Университет

¹abdullaeva-narmina@rambler.ru, ²vikaqurkina200444@gmail.com,

³nigarhuseynova@bsu.edu.az

Резюме. В обзорной статье обобщены современные литературные данные структурных и биохимических особенностей гемоглобина и миоглобина, играющие ключевую роль в обеспечении клеток кислородом. Несмотря на общую цель - перенос кислорода данные белки функционируют по-разному и обладают сходными и различными структурными и биохимическими особенностями.

Ключевые слова: гемоглобин, миоглобин, кислород, лиганды, глутатион, каталаза.

Введение. Возникновение кислорода в атмосфере стало критически важным этапом в истории жизни, что повлекло за собой развитие особых белковых молекул, способных улавливать и использовать этот газ. Кислород является сильным окислителем и его наличие дало возможность эффективно извлекать энергию из органических соединений. Однако, внедрение кислорода повлекло за собой необходимость развития специализированных систем для его транспорта, депонирования и контроля. Таким образом, в процессе эволюции сформировались системы белков, способные безопасно и обратимо связывать кислород и доставлять к каждой клетке. К таким белкам относятся гемопротейны, имеющие в своем составе простетическую группу в виде гема. Именно эта группа позволяет им связывать кислород. Наиболее известными гемопротейнами являются гемоглобин и миоглобин [5, 9].

Актуальность темы. Структурные аномалии гемоглобина являются причиной многих наследственных гематологических заболеваний, а уровень миоглобина служит важным биомаркером при диагностике. Изучение данных белков способствует развитию медицины и биотехнологии. В связи с этим, представился интерес в комплексном исследовании данных гемопротейнов, в детальном выявлении схожих черт и отличий, изучении механизма, лежащего в основе доставки и накопления кислорода. Детальный сравнительный анализ структуры, особенности их пространственной укладки и аминокислотного состава помогает глубже понять, как они работают, и изучить их эволюционное становление. Тема является актуальной поскольку, затрагивает как основы биологии, так и практическую медицину [2].

Структурные особенности гемоглобина. Гемоглобин считают модельным белком, поскольку его свойства, строение и функции изучены наиболее подробно по сравнению с другими белками. Он сформировался у общего предка человека и акул благодаря мутациям, которые привели к возникновению данной белковой структуры. Ф.Л. Хюнефельд был первым, кто описал, механизм взаимодействия гемоглобина с кислородом. Отто Функе смог получить кристаллы гемоглобина, а Феликс Хоппе-Зейлер подтвердил обратимость данного процесса. Строение гемоглобина начинается с аминокислотной последовательности в его белковых цепях, то есть с первичной структуры. Она представляет собой линейную последовательность аминокислот, которые соединены ковалентными пептидными связями. У взрослого человека

гемоглобин состоит из 4 нитей: 2 α -цепи и 2 не- α -глобиновые цепи, таких как β , δ и γ (HbA- $\alpha_2\beta_2$). Каждая α -цепь состоит из 141 аминокислотного остатка, а каждая не- α -глобиновая-цепь - из 146 аминокислотного остатка. Структура характеризуется высоким содержанием гистидина. Анализ показал сходство между α - и β - цепями: 64 аминокислотных остатка располагаются в одинаковых участках, как в α -, так и в β -цепи. Между не- α -цепями наблюдаются существенные отличия, β -цепь отличается от δ -цепи по 39 аминокислотам, а от γ -цепи – по 10 (Рис.1). Гемоглобин выполняет функцию транспорта кислорода от дыхательной системы в другие части организма, а также же перенос CO_2 и поддержание кислотно-щелочного баланса. Миоглобин выполняет же роль «хранилища» кислорода в мышцах и обеспечивает его высвобождение при потребности в энергии. Однако, несмотря на их схожие функции, гемоглобин и миоглобин значительно отличаются по строению и механизму работы [3, 7].

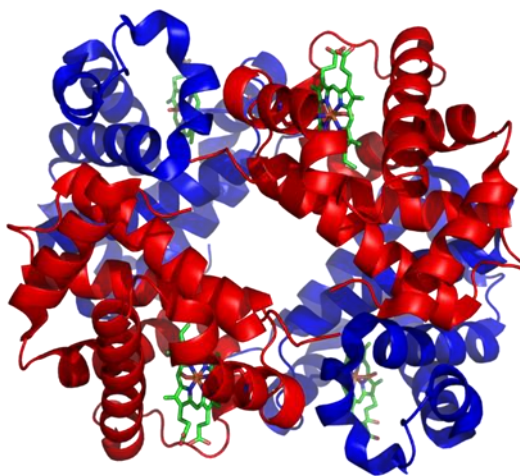


Рис.1 Молекула гемоглобина

Уникальная последовательность аминокислот в структуре является генетически обусловленной. Любые, даже самые незначительные, изменения в первичной структуре могут привести к существенным нарушениям в работе белка. Именно эта последовательность аминокислот определяет, как молекула примет свою трехмерную форму и какие функции будет выполнять. Гемоглобин является тетрамером, внутри которого каждая глобиновая цепь взаимодействует с другими цепями через 2 разных контактных участка, таких как: $\alpha_1\beta_1$ и $\alpha_1\beta_2$ участки. Глобиновые димеры формируются за счет прочного взаимодействия $\alpha_1\beta_1$. Взаимодействие между цепями $\alpha_1\beta_1$ и цепями $\alpha_2\beta_2$ характеризуется высоким сродством и формируются устойчивые димеры. При присоединении кислорода контакты практически не меняются, таким образом они играют ключевую роль в поддержании стабильности. Между тем, взаимодействие $\alpha_1\beta_2$ обладает меньшей аффинностью и отвечает за объединение димеров в тетрамер [1, 8]. При связывании кислорода, данная связь ослабляется, что способствует переходу гемоглобина из Т-состояния (напряженная, дезоксигенированная форма) в R-состояние (расслабленная, оксигенированная форма, обладающая высоким сродством к O_2) (Рис.2). Данный переход облегчает присоединение кислорода к субъединицам белка. Эффективная доставка кислорода организмом обеспечивается благодаря кооперативному связыванию гемоглобина с O_2 , что отражается в S-образной форме его кривой диссоциации. Мутации, которые влияют на взаимодействие $\alpha_1\beta_2$ меняют свойства гемоглобина и, тем самым, нарушают его способность связывать кислород. Кооперативность гемоглобина представляет собой пример аллостерической регуляции, при которой связывание эффекторов с сайтами, отличными от активного центра, индуцирует конформационные изменения. Помимо O_2 ,

гемоглобин подвержен аллостерической модуляции ионами водорода (H^+), что лежит в основе эффекта Бора - облегчение высвобождения O_2 в тканях [4].

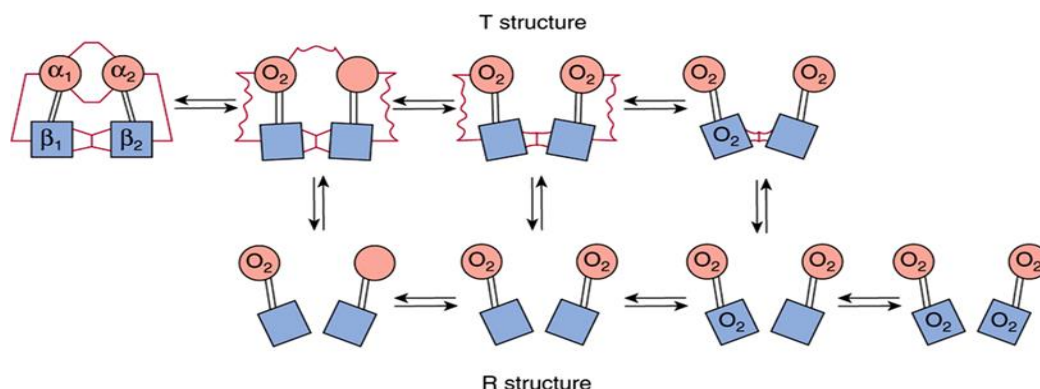


Рис.2 Переход от Т-структуры к R-структуре

Структурные особенности миоглобина. Структура миоглобина организована на трех уровнях: первичная, вторичная и третичная. Четвертичная структура у миоглобина отсутствует, так как он представлен одной полипептидной цепью. При этом, сравнивая третичные структуры белков, становится понятно, что α - и β - субъединицы гемоглобина очень схожи с миоглобином. Является мономерным белком, содержит 1 гемовую группу, то есть связывается с одной молекулой O_2 . Первичная структура, это его аминокислотная последовательность, которая представляет собой цепь из 153 аминокислотных остатков, соединенных прочными пептидными связями. В составе цепи присутствуют аминокислоты с различными характеристиками, которые и обеспечивают его сложную организацию: полярные, неполярные и заряженные. Важную роль играют специфические аминокислоты. Проксимальный гистидин (His F8), формирует прямую связь с атомом железа в гемовой группе, что необходимо для связывания кислорода [6, 10]. Дистальный гистидин (His E7), который располагается рядом, помогает стабилизировать молекулу кислорода, когда та присоединена к железу гема. Было произведено сравнение первичных структур миоглобина у 24 видов животных, в результате стало известно, что 82 аминокислоты не меняют своих позиций во всех белках, то есть являются инвариантными. Остальные же могут заменяться, но их замены практически не влияют на формирование третичной структуры [5].

Вторичная структура - практически полностью состоит из α -спиралей. Эти спиральные участки формируются большей частью аминокислот и стабилизируются за счет водородных связей между амидными и карбонильными группами внутри пептидного остова (Рис.3).

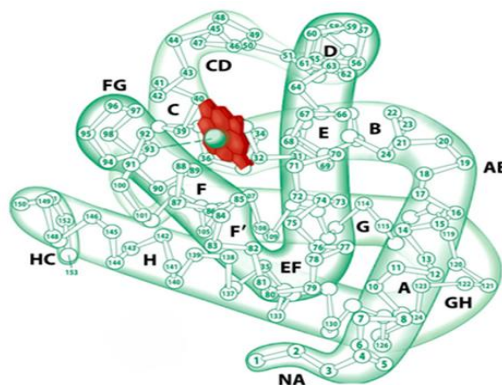


Рис.3 Структура миоглобина

В миоглобине обнаружено 8 α -спиралей, которые обозначаются буквами от А до Н, состоящие из 7-20 остатков, охватывая следующие остатки: А (3-18), В(20-35), С(36-42), D(51-57), E(58-76), F(83-95), G(100-118), Н(124-149). Спирали соединены короткими петлями и изгибами, и образуют компактную структуру. Отличительной особенностью миоглобина является почти полное отсутствие β -складок.

Третичная структура - это его окончательная пространственная конфигурация. Белок сворачивается в компактную форму размером $4,5 \times 3,5 \times 2,5$ (Рис.4). Формирование такой структуры обусловлено разнообразными взаимодействиями между боковыми радикалами аминокислот, такими как гидрофобные, водородные, ионные связи, а также силы Ван-дер-Ваальса [9].

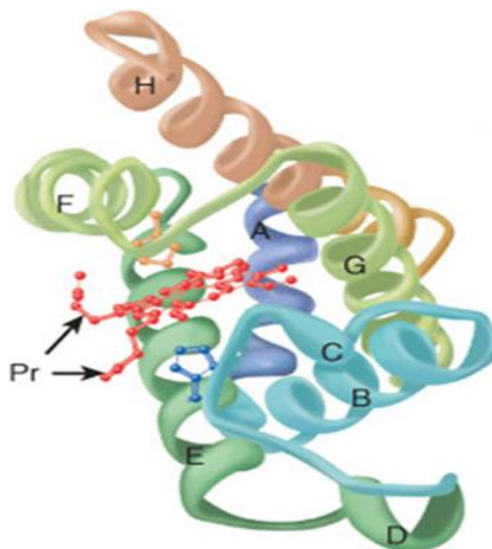


Рис.4 Трехмерная структура миоглобина

Белки сохраняют свою функцию благодаря наличию таких важных аминокислот, как: проксимальный гистидин (His F8), который связывает железо в геме, дистальный гистидин (His E7), укрепляющий связь с O_2 и обеспечивающий избирательность связывания, гидрофобные аминокислоты (Валин, лейцин, изолейцин, фенилаланин, метионин), которые создают гидрофобное ядро, окружающее гем, гидрофильные аминокислоты (аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота, серин, треонин), находящиеся на поверхности и участвуют во взаимодействии с водой. Эти белки являются консервативными, что обеспечивает сохранности трехмерной формы и, как следствие их функциональную активность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Гем в обоих белках находится в защищенной, гидрофобной полости, что предотвращает его окисление и неспецифическое взаимодействие. Его расположение, и гистидиновых остатков показывает высокую степень идентичности в обоих белках, что влияет на их способность эффективно связывать и отдавать кислород. Ключевое отличие заключается в том, что, каждая субъединица гемоглобина содержит свою гемовую группу с атомом железа, а у миоглобина всего один активный центр. именно четвертичная структура гемоглобина позволяет ему эффективно регулировать связывание кислорода. Когда одна субъединица соединяется с кислородом, это способствует конформационным изменениям в других субъединицах, что увеличивает их сродство к кислороду. Миоглобин, как мономер, лишен этой кооперативности. При этом миоглобин обладает более высоки сродством к кислороду по сравнению с гемоглобином. Это особенность позволяет ему как бы «перехватывать» кислород у гемоглобина в мышцах и крепко удерживать его там. Такая способность очень важна, особенно

при активной работе мышц при потреблении кислорода. Сравнительный анализ первичных структур гемоглобина и миоглобина показал 18% сходства. Различия в аминокислотных последовательностях показывают, как белки эволюционировали. У разных животных гемоглобин и миоглобин имеют разные последовательности, но их форма остаётся одинаковой благодаря неизменным аминокислотам, о которых говорилось выше.

ЛИТЕРАТУРА

- 1.Космачевская О.В., Насыбуллина Э.И., Шумаев К.Б., Чумикина Л.В., Арабова Л.И., Яглова Н.В., Обернихин С.С., Топунов А.Ф. (2021). Динитрозильные комплексы железа с глутатионовыми лигандами перехватывают пероксинитрит и защищают гемоглобин от окислительной модификации // Прикладная биохимия и микробиология, 57(4).
- 2.Кривенцев Ю.А., Бисалиева Р.А., Носков А.И. (2007). Гемоглобины человека. Вестник Астраханского государственного технического университета, 6(41), 35–40.
- 3.Постникова Г.Б., Шеховцова Е.А. (2018). Миоглобин: кислородное «депо» или переносчик кислорода к митохондриям? Новый механизм дезоксигенации миоглобина в клетке (обзор) // Биохимия, 83(2).
- 4.Постникова Г.Б., Шеховцова Е.А. (2024). Экспрессия миоглобина опухолевыми клетками и ее роль в прогрессии злокачественных новообразований // Биологические мембраны, 41(4), 283–296.
- 5.Adepu K.K., Anishkin A., Adams S.H., Chintapalli S.V. (2024). A versatile delivery vehicle for cellular oxygen and fuels or metabolic sensor? A review and perspective on the functions of myoglobin // Physiological Reviews, 104(4).
- 6.Ahern K. (2020). Biochemistry and Molecular Biology: How Life Works. Course Guidebook. The Great Courses.
- 7.Ascenzi P., et al. (2022). Mechanisms of nitric oxide reactions with globins using mammalian myoglobin as a model system // Journal of Inorganic Biochemistry, 232.
- 8.Singel D.J., Stamler J.S. (2015). Hemoglobin and the nitric oxide cycle // Free Radical Biology and Medicine, 38(9), 1151–1159.
- 9.Spiro T.G., Kozlowski P.M. (2001). Is the CO adducting of myoglobin bent, and does it matter? // Accounts of Chemical Research, 34(2), 137–144.
- 10.Stamler J.S., Singel D.J., Piantadosi C.A. (2009). Hemoglobin, nitric oxide and molecular mechanisms of hypoxic vasodilation // Trends in Molecular Medicine, 15(10), 452–460.

UOT 581.19:577.157

HEMOGLOBİN VƏ MİOGLOBİNİN STRUKTUR VƏ BİOKİMYƏVİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

¹Viktoriya Iqoryevna Kurkina, ²Nərminə Fuad qızı Abdullayeva,

³Nigar Faiq qızı Hüseynova

Bakı Dövlət Universiteti

¹abdullaeva-narmina@rambler.ru, ²vikaqurkina200444@gmail.com,

³nigarhuseynova@bsu.edu.az

Xülasə. *İcmal məqaləsində hüceyrələrin oksigenlə təmin edilməsində əsas rol oynayan hemoglobin və miyoglobinin struktur və biokimyəvi xüsusiyyətlərinin müasir ədəbi məlumatları ümumiləşdirilmişdir. Ümumi məqsədə - oksigen nəqlinə baxmayaraq, bu zülallar fərqli fəaliyyət göstərir və oxşar və fərqli struktur və biokimyəvi xüsusiyyətlərə malikdir.*

Açar sözlər: hemoglobin, mioglobin, oksigen, ligandlar, glutatyon, katalaza.

UDC 581.19:577.157

STRUCTURAL AND BIOCHEMICAL FEATURES OF HEMOGLOBIN AND MYOGLOBIN

¹Viktoriya Igoryevna Kurkina, ²Narmina Fuad Abdullayeva, ³Nigar Faig Huseynova

Baku State University

¹abdullaeva-narmina@rambler.ru, ²vikaqurkina200444@gmail.com, ³nigarhuseynova@bsu.edu.az

Summary. This review article presents modern literature data on the structural and biochemical features of hemoglobin and myoglobin, which play a key role in providing cells with oxygen. Despite their common purpose of oxygen transport, these proteins function differently and have similar and different structural and biochemical features.

Key words: hemoglobin, myoglobin, oxygen, ligands, glutathione, catalase

Redaksiyaya daxilolma: 20.04.2026

Çapa qəbul olunma: 19.06.2026



QARABAĞ İQTİADI RAYONUNUN SUVARILAN TORPAQLARINDA HİDROGEOLOJİ-MELİORATİV ŞƏRAİTİN TƏHLİLİ

¹ Leyla Ziyafəddin Cəlilova, ²Günay Nizami Hüseynova

Bakı Dövlət Univesiteti

Bakı ş., Zahid Xəlilov küç., 23

¹leylacelilova63@gmail.com, ²huseynovagunay1@gmail.com

Xülasə. Respublikanın ən mühüm regionlarından biri olan Qarabağ iqtisadi rayonu haqqında geniş məlumat verilmişdir. Təqdim edilən məqalədə Qarabağ iqtisadi rayonunda suvarılan torpaqların hazırkı hidrogeoloji-meliorativ vəziyyəti araşdırılmışdır. Qarabağ düzənliyində qrunut sularının yatım dərinliyi, onların minerallaşma dəcəsi, torpaqların şorlaşma və şorakətləşməsi, həmçinin torpaq münbitliyinin qorunması və bərpası yolları da haqqında məlumat verilmişdir.

Açar sözlər. ekoloji, hidrogeoloji-meliorativ vəziyyət, su ehtiyatları, münbitlik, qrunut suları, şorlaşma

Giriş. Müasir dövrdə Dövlət siyasətinin əsas prioritet istiqamətlərindən biri respublikamızda aqrar sahənin inkişaf etdirilməsi və ərzaq təhlükəsizliyinin təmin olunmasıdır. Ölkə əhalisinin ərzaqla etibarlı təminatı və ərzaq təhlükəsizliyinin birbaşa asılı olduğu aqrar sahənin inkişafı irimiqyaslı dövlət proqramları sayəsində həyata keçirilir.

Bunun üçün ilk növbədə respublikanın kənd təsərrüfatına yararlı torpaqlarının meliorativ vəziyyətinin və su təminatının yaxşılaşdırılması tələb olunur. Respublikamızda suvarılan torpaqların ümumi sahəsi 1 milyon 438 min hektar təşkil edir və ölkədə istehsal olunan kənd təsərrüfatı məhsullarının 90-95 faizi həmin torpaqlarda istehsal olunur. Azərbaycanda kənd təsərrüfatının perspektiv inkişafı üçün mövcud torpaq-iqlim şəraiti respublikamızda suvarılan torpaq sahələrinin artırılmasına imkan yaradır. Lakin bununla yanaşı su ehtiyatlarının çatışmazlığı da mövcuddur [12]. Belə ki, su ehtiyatlarının mühafizəsində və onların səmərəli istifadə edilməsində müəyyən normativlərə əməl olunmalıdır. Su ehtiyatlarının kompleks və səmərəli istifadəsi onların tükənməsinə qarşı tədbirlərin görülməsi, çirklənmədən mühafizə edilməsi ilə üzvi surətdə bağlıdır və bu çox mühüm və aktual məsələdir. Yer kürəsində gedən bütün proseslərdə su ehtiyatları başlıca iştirak edir. Yer kürəsi səthinin formalaşması və istilik balansında su ehtiyatları mühüm rol oynayır [6,13].

Son illərdə respublikamızın əkinəyararlı torpaq sahələrinin hidrogeoloji-meliorativ vəziyyətinin yaxşılaşdırılması, yeni kollektor-drenaj şəbəkələrinin, hidroqovşaqların və su anbarlarının yaradılması, əkin sahələrinin suvarma suyu ilə təmin edilməsi, torpaqların bataqlaşmasının və şorlaşmasının qarşısının alınması məqsədilə görülmə kompleks meliorativ tədbirlər nəticəsində kənd təsərrüfatı bitkilərinin məhsuldarlığında əhəmiyyətli dərəcədə artım müşahidə edilmişdir.

Tədqiqatçılar tərəfindən aparılan rejim müşahidələri və çöl tədqiqat işlərinin nəticələri göstərir ki, respublikamızda mövcud suvarılan torpaqların hidrogeoloji-meliorativ vəziyyəti ildən-ilə dəyişir. Azərbaycan Meliorasiya və Su Təsərrüfatı ASC-nin Hidrogeoloji-Meliorativ Xidmət İdarəsinin məlumatlarına əsasən qrunut sularının səviyyəsi və minerallaşma dəcəsi üzərində apardığı rejim müşahidələrinin, çöl-tədqiqat işlərinin nəticələri suvarılan torpaqların hidrogeoloji-meliorativ vəziyyətinin, eləcə də qrunut sularının yatım dərinliyinə, minerallaşma dəcəsi və torpaqların şorlaşma dəcəsinə görə qiymətləndirilməsinə imkan vermişdir. Müəyyən edilmişdir ki, hidrogeoloji-meliorativ vəziyyətə görə 420,784 min hektar yaxşı, 693,307 min hektar, 131,055 min hektarda isə kafi, ancaq pisləşmə təhlükəsi olan torpaqlardır [1,14].

Tədqiqat obyektı. Suvarılan torpaqların hidrogeoloji-meliorativ vəziyyətini müəyyənləşdirmək üçün Qarabağ iqtisadi rayonu ərazisi tədqiqat obyektı olaraq götürülmüş və ərazidə suvarılan

torpaqların hidrogeoloji vəziyyətinə təsir göstərən amillər öyrənilmişdir. Bu məqsədlə həmin torpaqların meliorativ vəziyyəti, torpaq münbitliyi, torpaqların şorlaşması, qrunut sularının yatım dərinliyi və s. amillər müəyyən edilmişdir.

Təhlil və müzakirə. Azərbaycanın torpaq örtüyü özünün mürəkkəb quruluşu ilə seçilir. Ölkənin mühüm kənd təsərrüfatı regionlarından biri olan Qarabağ iqtisadi rayonu suvarılan torpaqların geniş yayılması və aqrar istehsal potensialı ilə seçilir. Azərbaycanın işğaldan azad olunmuş ərazilərinin böyük hissəsini əhatə edir. Qarabağ iqtisadi rayonunda torpaq örtüyü müxtəlifliyi ilə seçilir. Düzən hissələrdə boz-qonur, şabalıdı və allüvial-çəmən torpaqlar üstünlük təşkil edir. Dağətəyi və dağlıq sahələrdə isə qəhvəyi dağ-meşə və çimli dağ torpaqları yayılmışdır. Münbit torpaq ehtiyatlarının mövcudluğu kənd təsərrüfatının inkişafına əlverişli şərait yaradır. Ərazi əsasən çay şəbəkəsi ilə təmin olunmuşdur. Regionun hidroqrafik sistemində Tərtərçay, Xaçınçay, Qarqarçay və Köndələnçay mühüm rol oynayır. Su ehtiyatları xüsusilə suvarma əkinçiliyinin inkişafı baxımından mühüm əhəmiyyətə malikdir. Regionun hidrogeoloji xüsusiyyətləri suvarılan torpaqların meliorativ vəziyyətinə, torpaq münbitliyinə və kənd təsərrüfatı bitkilərinin məhsuldarlığına birbaşa təsir göstərir. Bu baxımdan hidrogeoloji şəraitin öyrənilməsi, torpaqlardan səmərəli istifadə və ekoloji dayanıqlığın təmin olunması üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bunun üçün meliorasiya tədbirləri düzgün şəkildə həyata keçirilməlidir.

Məlumdur ki, meliorasiya, torpağın münbitliyini artırmaq, suvarma və drenaj sistemlərini yaxşılaşdırmaq, torpağın fiziki, kimyəvi və bioloji xüsusiyyətlərini yaxşılaşdırmaq məqsədilə tətbiq olunan tədbirlərdən ibarətdir. Bu proseslər torpağın keyfiyyətini artırmağa, əkin sahələrinin məhsuldarlığını yüksəltməyə və əkinçilikdə məhsul alınmasını təmin etməyə kömək edir. Meliorasiya həmçinin torpağın qorunması və bərpası, ətraf mühitin mühafizəsi, su ehtiyatlarının düzgün idarə olunması kimi ekoloji cəhətlərdə də mühüm rol oynayır. Meliorasiya tədbirləri həmçinin torpağın münbitliyinə müsbət təsir göstərir. Quraqlıq illərində yerüstü su ehtiyatlarının azalması, daxili çayların su axınının tənzimlənməməsi nəticəsində daşqın sularından tam istifadə olunmadan dənizə axması əkin sahələrinin suvarma suyu ilə təmin olunmasını çətinləşdirir[9]. Bu baxımdan kənd təsərrüfatı məhsullarının istehsalının artırılmasında mövcud torpaq və su ehtiyatlarından səmərəli istifadə olunmasının rolu olduqca vacibdir.

Torpaqların münbitliyinin qorunması və ondan səmərəli istifadə olunması aqrar sahənin inkişafı üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir. Torpaqların münbitliyinin sabit saxlanılması və artırılması əhalinin həyat şəraitinin və sağlamlığının təmin edilməsi ilə yanaşı, gələcək nəsil üçün böyük imkanlar yaradır. Torpaqların səmərəli istifadə edilməsi məqsədilə onun su, qida, hava və istilik rejimləri düzgün tənzimlənməli kənd təsərrüfatı bitkilərinin fenoloji və bioloji inkişaf xüsusiyyətlərindən asılı olaraq optimal aqrofon yaradılmalıdır. Lakin torpaqdan düzgün istifadə olunmadıqda onun faydalı xassələri tədricən itərək məhsul yetişdirilməsi üçün yararsız hala düşür. Torpaq üzərində aparılan hər hansı düzgün olmayan əməliyyat yalnız məhsuldarlığın və keyfiyyət göstəricilərinin aşağı düşməsinə deyil, ekoloji tarazlığın pozulmasına, uzun müddət münbitliyin itirilməsinə və s. çatışmazlıqlara gətirib çıxarır[8].

Məlumdur ki, kənd təsərrüfatı bitkilərinin inkişafı üçün Kür -Araz ovalığı torpaqları ən əlverişli təbii şəraitə malikdir. Hazırda kənd təsərrüfatı məhsullarına olan artan tələbatın ödənilməsi, ətraf mühitin qorunması, torpaqların hidrogeoloji-meliorativ vəziyyətinin yaxşılaşdırılması qarşıya qoyulan əhəmiyyətli bir məsələdir. Suvarılan torpaqların meliorativ vəziyyətinin yeraltı suların yatım dərinliyinə, torpaqların şorlaşması parametrlərinə təsirinin qiymətləndirilməsi aparıldıqda müəyyən olunmuşdur ki, burada müxtəlif dərəcədə şorlaşmış torpaqlar mövcuddur. Bunun da əsas səbəbi ərazidə yerləşmiş kollektor-drenaj şəbəkəsinin işçi vəziyyətdə olmaması, kənd təsərrüfatı bitkilərinin suvarma rejimlərinə düzgün əməl olunmaması və s.-dir. Kür-Araz ovalığının drenajla təmin olunma dərəcəsinə nəzər saldıqda onun ümumi sahəsinin(2175 min ha) 783 min hektarı və ya 36%-i suvarılan torpaqlardır. Baş Mil-Qarabağ kollektorunun təsir zonasında olan 573min hektar suvarılan torpağın 400min hektarında drenaj sistemləri fəaliyyət göstərir[3].

Qarabağ iqtisadi rayonunda da suvarılan torpaqlar mövcuddur. Suvarılan torpaqlar Qarabağ iqtisadi rayonunda əsasən düzən və dağətəyi zonalarda formalaşmışdır. Regionun qərb və cənub-qərb hissələrində dağlıq relyef üstünlük təşkil etdiyi halda, aran hissəsində geniş allüvial və prolüvial düzənliklər müşahidə edilir. Bu geomorfoloji xüsusiyyətlər yeraltı suların hərəkətinə, qrunut sularının dərinliyinə və torpaq-su rejiminə ciddi təsir göstərir. Xüsusilə Qarabağ düzündə qrunut sularının səviyyəsinin səthə yaxın yerləşməsi torpaqların hidrogeoloji vəziyyətində mühüm amil hesab olunur[10].

Qrunut sularının səviyyəsi və minerallaşma dərəcəsi suvarılan torpaqların hidrogeoloji vəziyyətini xarakterizə edən əsas göstəricilərdən biridir. Regionun bəzi düzən sahələrində, xüsusilə Ağdam, Füzuli, Cəbrayıl və Bərdə rayonlarının suvarılan torpaqlarında uzunmüddətli intensiv suvarma nəticəsində qrunut sularının səviyyəsinin yüksəlməsi müşahidə olunur. Bu hal torpaqda kapilyar qalxma prosesini gücləndirərək duzların üst qatlarda toplanmasına və ikinci dərəcəli şoranlaşmanın inkişafına səbəb olur. Yüksək buxarlanma şəraiti ilə müşayiət olunan yarımsəhra iqlimi bu prosesi daha da intensivləşdirir.

Kollektor-drenaj sistemlərinin vəziyyəti hidrogeoloji baxımdan regionun torpaqlarında mühüm rola malikdir. Drenaj sistemlərinin effektiv fəaliyyəti qrunut sularının səviyyəsinin tənzimlənməsinə və torpağın su-duz balansının qorunmasına imkan yaradır. Lakin uzun illər ərzində bəzi meliorativ infrastrukturaların sıradan çıxması nəticəsində bir sıra ərazilərdə bataqlaşma və təkrar şoranlaşma riskləri artmışdır. Hazırda işğaldan azad olunmuş ərazilərdə meliorativ və su təsərrüfatı infrastrukturunun bərpası istiqamətində aparılan tədbirlər regionun hidrogeoloji sabitliyinin yaxşılaşdırılmasına xidmət edir.

Qeyd edilməlidir ki, Qarabağ düzənliyi hüdudlarında qrunut sularına geniş yayılmış müasir və IV dövr çöküntülərində müxtəlif dərinliklərdə rast gəlinir. Onların yatma dərinliyi çayların gətirmə konuslarının geomorfoloji xüsusiyyətlərindən, relyefin xarakterindən, süxurların litoloji tərkibi və sukeçirmə qabiliyyətindən, qrunut sularının qidalanma şəraiti və sərfindən asılıdır. Düzənliyin kənd təsərrüfatının inkişafı ilə əlaqədar olaraq, hidrogeoloji şəraitdə dəyişkənliyi müşahidə olunur. Bunun da səbəbi daha çox suvarma sistemlərinin fəaliyyəti ilə bağlıdır. Suvarma zamanı qrunut sularının səviyyəsi infiltrasiya hesabına qalxdığı zaman onların minerallaşma dərəcəsi azalaraq 2,3q/l təşkil edir və səviyyənin aşağı düşməsi ilə əlaqədar 4,3q/l-ə qədər dəyişir. Son illərin rejim müşahidə işlərinin nəticələri göstərir ki, Qarabağ düzənliyinin 75-85%-dən artıq sahəsində qrunut sularının səviyyəsinin il ərzində 1,-1,5 m-dən aşağı düşmədiyi, vegetasiya dövründə isə hətta 0,5-1,0m səviyyədə qərarlaşır. Qarabağ düzənliyində 89,7 min hektar sahədə qrunut suları 1-3m, 34,2 min hektar sahədə 3-5m və 85,8 min hektar sahədə isə 5 m dərinlikdə təşəkkül tapmışdır. Ümumiyyətlə, suvarılan torpaqların hidrogeoloji-meliorativ şəraitinin formalaşması qiymətləndirilərkən qrunut sularının yatım dərinliyi, onların minerallaşma dərəcəsi, torpaqların şorlaşma dərəcəsi kimi meyarlar əsas götürülür. Qarabağ düzənliyində suvarılan torpaqların hidrogeoloji-meliorativ Yuxarı Qarabağ kanalından cənubda yerləşən bütün hissəsi hazırda qənaətbəxş hidrogeoloji-meliorativ şəraitlə xarakterizə olunur. Bu, ərazinin yaxşı tənii drenləşməyə malik olması, şirin qrunut sularının dərin yatımı (3-5m), süxurların zəif şorlaşmış və ya şorlaşmamış olması ilə izah olunur. Yalnız Tərtərçay kanalının təsiri zonasındayərləşən ayrı-ayrı sahələrdə neqativ halların baş verməsi ehtimal edilir. Bu zonada qənaətbəxş şəraitin yaradılması və qorunub saxlanılması üçün intensiv drenaj fonunda düzgün suvarma rejiminə riayət olunması ilə mümkündür [4].

Qadir və digər müəlliflərin (2014) tədqiqatlarında göstərilir ki, suvarma kənd təsərrüfatının məhsuldarlığını artıran əsas amillərdən biri olsa da, xüsusilə quraq və yarımquraq iqlim şəraitində düzgün idarə olunmadıqda ciddi ekoloji problemlərə səbəb olur. Müəlliflər vurğulayırlar ki, drenaj sistemi olmayan və ya zəif idarə olunan suvarma torpaqlarda duzların yığılmasına, yəni təkrar şorlaşmaya gətirib çıxarır. Göstərilir ki, suvarma zamanı suyun həddindən artıq və ya səmərəsiz istifadəsi yeraltı su səviyyəsinin qalxmasına səbəb olur ki, bu kapilyar proseslər vasitəsilə duzların torpağın üst qatına doğru hərəkətini sürətləndirir. Nəticədə torpağın fiziki və kimyəvi xüsusiyyətləri dəyişir, struktur pozulur, mikrobioloji aktivlik zəifləyir və kənd təsərrüfatı bitkilərinin su və qida

maddələrini mənimsəmə qabiliyyəti azalır [11]. Torpaq şorlaşması xüsusilə quraq və yarımsəhra bölgələrində torpağın məhsuldarlığına, qida maddələrinin əlçatanlığına, həmçinin bitkilərin fizioloji və biokimyəvi proseslərinə ciddi təsir göstərir. Bu ərazilərdə intensiv suvarma nəticəsində şorlaşmış yeraltı sular səthə çıxır və bu, buxarlanma zonalarında evaporit minerallarının çökməsinə səbəb olur. Şorlaşma kənd təsərrüfatı bitkilərinin su və gübrə mənimsəməsini azaldaraq torpağın münbitliyinə mənfi təsir göstərir və nəticədə dünyada suvarılan torpaqların 20%-dən çox hissəsi bu prosesdən zərər görür [7].

Düzdə iqlim şəraitinə uyğun olaraq boz torpaqlar əsas zonal tip hesab edilir. Yüksək karbonatlıq və humusluluq Qarabağ düzündə yayılmış çəmən-boz torpaqlar əlverişsiz su-fiziki xassələri ilə fərqlənir [5]. Qarabağ düzündə boz-çəmən torpaqların şorakətli növlərinə də çox zaman təsadüf edilir. Burada duzların təbii yuyulması nəticəsində şorakətli çəmən torpaqları müxtəlif sahələrdə yayılmışdır. Düzün suvarılan ərazilərində süni drenaj olmayan sahələrdə torpaq daha çox şorlaşmaya məruz qalmışdır. Düzün torpaqlarının müasir vəziyyətini öyrənmək məqsədilə ərazi torpaqlarında tədqiqatlar aparılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, həmin torpaqlarda udulmuş əsasların cəmi 25,80-30,14mq.ekv., pH isə 8,0-9,0 arasında tərəddüd etmişdir. Duzların miqdarı profil boyu 0,170-1,033% təşkil edir. Torpaqlar əsasən sulfarlı, sulfatlı-xlorlu və xlorludur [2].

Ümumiyyətlə, göstərilməlidir ki, su anbarları və magistral kanallar vasitəsilə həyata keçirilən suvarma sistemləri kənd təsərrüfatı dövriyyəsində olan torpaqların su təminatını formalaşdırır. Lakin iqlim dəyişmələri, su ehtiyatlarının qeyri-bərabər paylanması və bəzi hallarda suvarma sularının keyfiyyət göstəricilərinin zəifləməsi torpaqların hidrogeoloji rejiminə mənfi təsir göstərə bilər.

Nəticə

1. Müəyyən edilmişdir ki, Qarabağ iqtisadi rayonunda suvarılan torpaqların hidrogeoloji -meliorativ vəziyyəti ümumilikdə əlverişli kənd təsərrüfatı potensialı yaratsa da, qrun sularının səviyyəsinin yüksəlməsi, şoranlaşma, drenaj problemləri və qeyri-səmərəli suvarma üsulları region üçün əsas meliorativ-ekoloji risklər hesab edilir. Bu problemlərin qarşısının alınması məqsədilə müasir suvarma texnologiyalarının tətbiqi, hidrogeoloji monitorinqin gücləndirilməsi, kollektor-drenaj şəbəkələrinin yenilənməsi və torpaq-su ehtiyatlarının kompleks idarə olunması vacib tədbirlər sırasında yer alır.

2. Əlverişli kənd təsərrüfatı şəraitinə və strateji iqtisadi mövqeyə malik Qarabağ iqtisadi rayonu zəngin təbii-coğrafi potensiala malik olan bir regiondur. Ərazinin müxtəlif təbii landşaft xüsusiyyətləri, su və torpaq ehtiyatları kənd təsərrüfatının inkişafı üçün geniş imkanlar yaradır. Hazırda bu regionda həyata keçirilən bərpa və inkişaf proqramları gələcəkdə onun iqtisadi əhəmiyyətini daha da artıracaqdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Abdullayeva X.Ə. Mil-Qarabağ düzlərinin hidrogeoloji-meliorativ vəziyyətinin qiymətləndirilməsi. "Az ETH və Mİ" EİB-nin elmi əsərlər toplusu. XXX cild, Bakı, "Elm" 2010, s.103-108 .
2. Cəlilova L.Z., Mustafayev F.M. Qarabağ düzü torpaqlarında duzların miqdarının dəyişməsi. Torpaqşünaslıq və Aqrokimya əsərlər toplusu, cild 23, № 1-2, Bakı "MSV nəşr", 2018, s.479-482 .
3. Əhmədzadə Ə.C., Həşimov A.C. Meliorasiya və Su Təsərrüfatı Sistemlərinin Kadastrı. Bakı, 2006, 272 s.;
4. Məmmədova E.A., Mustafayeva N.Z. Mil-Qarabağ düzənliyinin suvarılan torpaqlarının hidrogeoloji-meliorativ şəraitinin əsasları. ATC-nin əsərlər toplusu. Cild 14, Bakı, "Elm" 2016, s.357-360.
5. Məmmədov Q.Ş. Azərbaycanın torpaq ehtiyatlarından səmərəli istifadənin sosial-iqtisadi və ekoloji əsasları. Bakı "Elm", 2007 856s.
6. Zeynalova O.A., İsgəndərov M.Y., Əliyev C.P. Respublikada suvarma su mənbələrinin çirklənməyə qarşı elmi-ekoloji cəhətdən əsaslandırılmış mühafizə tədbirləri. "Az ETH və Mİ" EİB-nin elmi əsərlər toplusu. XXX cild, Bakı, "Elm" 2010, s.48-53

7. Bandak, S., Movahedi-Naeini, S.A., Mehri, S. *et al.* A longitudinal analysis of soil salinity changes using remotely sensed imageries. *Sci Rep* **14**, 2024, 10383 <https://doi.org/10.1038/s41598-024-60033-6>.
8. Lal, R. Soil management of smallholder agriculture. CRC Press. 2015, 394 p
9. Mammadov G. Sh., Mammadov Z. R., & Osmanova S. A. Soils of the Karabakh Economic Region of Azerbaijan and their ecological assessment. *Journal of Life Sciences and Biomedicine*, 77(2), 2022, 50- 63. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7465131>
10. Mammadov Z., Gardashova L., Abdullaeva M., & Sultanova A. . The role of land cover in the formation of water resources in the Karabakh region. *Norwegian Journal of Development of the International Science*, 2024. 128p. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10815151>
11. Qadir, M., Quillérrou, E., Nangia, V., Murtaza, G., Singh, M., Thomas, R.J., Drechsel, P. and Noble, A.D. M. Qadir et al. *Nat Resour Forum*, 38: 2014, 282-295. <https://doi.org/10.1111/1477-8947.12054>
12. <https://www.agro.gov.az>
13. <https://www.fao.org/aquastat/en/>
14. <https://www.elibrary.az/doc/>

УДК 624. 131.1

**АНАЛИЗ ГИДРОГЕОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ ОРОШАЕМЫХ
ЗЕМЕЛЬ КАРАБАХСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА**¹ Лейла Зияфаддин кызы Джалилова, ² Гюнай Низами кызы Гусейнова**Бакинский государственный университет
Азербайджан, г. Баку, ул. Захида Халилова, 23**¹leylacelilova63@gmail.com
²huseynovagunay1@gmail.com

Резюме. В представленной статье подробно рассматривается Карабахский экономический район, являющийся одним из важнейших регионов республики. В работе всесторонне исследовано современное гидрогеолого-мелиоративное состояние орошаемых земель данного экономического района. В рамках исследования Карабахской равнины проанализированы глубина залегания грунтовых вод и динамика их уровня, степень минерализации подземных вод, а также процессы засоления и солонцевания почвенного покрова. Кроме того, уделено внимание научно обоснованным методам и путям сохранения, воспроизводства и восстановления плодородия почв в регионе.

Ключевые слова: экологическое состояние, гидрогеолого-мелиоративное состояние, водные ресурсы, плодородие, грунтовые воды, засоление.

UDC 624. 131.1

**ANALYSIS OF THE HYDROGEOLOGICAL AND RECLAMATION STATUS OF
IRRIGATED LANDS IN THE KARABAKH ECONOMIC REGION**¹Leyla Ziyafaddin Jalilova, ²Gunay Nizami Huseynova**Baku State University
23 Zahid Khalilov St., Baku, Azerbaijan**¹leylacelilova63@gmail.com
²huseynovagunay1@gmail.com

Summary. This article provides a comprehensive overview of the Karabakh Economic Region, one of the most important regions of the republic. The study thoroughly analyzes the current hydrogeological conditions and the state of land reclamation of irrigated lands within this economic

region. As part of the research conducted on the Karabakh Plain, the dynamics of groundwater depth and level, the degree of their mineralization, as well as the processes of soil salinization and sodification were analyzed. In addition, special attention is given to scientifically sound methods and approaches for the conservation, regeneration, and restoration of soil fertility in the region.

Keywords: ecological status, hydrogeological and reclamation status, water resources, fertility, groundwater, salinization.

Redaksiyaya daxilolma: 20.04.2026

Çapa qəbul olunma: 19.06.2026



CONSERVATION PERSPECTIVES OF RELICT AND ENDEMIC SPECIES OF THE CRASSULACEAE D.C. FAMILY DISTRIBUTED IN THE LESSER CAUCASUS

Chichak Mubariz Akbarova
Baku State University
chichkakbarova@bsu.edu.az

Summary. In the article it was investigated the taxonomic composition, biological characteristics, distribution range and conservation perspectives of relict and endemic species of *Crassulaceae D. C* family distributed in the flora of the Lesser Caucasus. During the investigation, the floristic analysis of the species distributed in the region was conducted and their adaptive features to environmental conditions, phytocoenotic relationships and degree of vulnerability to anthropogenic impacts were evaluated. It was identified that several species of this family are endangered because of limited range of distribution, high ecological specificity and degradation of habitats. Specially, the expansion of pastures, inefficient land use, climate change and anthropogenic factors affect the population density and conservation of biodiversity of the species. As a result of the investigation, it was identified that it is necessary to emphasize the *in situ* and *ex situ* conservation measures, to organize monitoring programs in specially protected areas as well as to carry out plans towards the conservation of introduction and gene pool of the species. The results play a crucial role in the protection of the Lesser Caucasian floristic biodiversity and the sustainable conservation of rare species of *Crassulaceae D.C* family.

Key words: Lesser Caucasus, *Crassulaceae D.C*, relict, endemic, biodiversity, conservation perspectives, flora, bioecological characteristics

Introduction. Currently, the protection of biodiversity and species of endangered plants is considered on of the priority directions of the sciences of botany and ecology.(3) Intensification of anthropogenic impacts on natural ecosystems, climate change and landscape transformation pave the way for the range contraction of several relict and endemic plant species, decline of population density and loss of genetic diversity. It has attaches importance to study the bioecological characteristics of rare and limited range species, their distribution patterns and conservation status.(11) The Lesser Caucasus is considered one of the most essential phytogeographical regions in terms of complex geomorphological structure, various climate conditions and rich floristic composition. Different altitudinal zones and ecological conditions provided many relict and endemic plant species with favorable environment to be preserved and to form. Consequently, to study the Lesser Caucasian flora from a systematic, floristic and bioecological perspective has a significant role on the conservation of biodiversity. The *Crassulaceae D.C* family is one of the most essential taxonomic groups merging the succulent plants, specially adapted to drought and stony ecotopes.(25) The representatives of this family are distinguished by morphological diversity, ecological plasticity and extreme environmental factors.

These plants take part in maintaining stability of ecosystem by playing an important role in the floristic composition of rocky and stony areas. Existence of relict and endemic taxa among the *Crassulaceae D.C* species reflect the ancient origin and special features of the region.(1) The anthropogenic impacts in the region, specially expansion of pastures, degradation of soil cover, intensive industrial and agricultural activities as well as the climate changes adversely affect the natural habitats of some species.(4) The conservation of the narrow-range endemic species and the relict species representing ancient floral elements is assessed as one of the most urgent problems

because of their vulnerability to changes. In this point of view, the comprehensive investigation of relict and endemic species, assessment of their current conditions and determination of conservation measures have scientific importance due to the protection of biodiversity in the region.

Significance of the topic. The representatives of the Crassulaceae D.C family distributed in the Lesser Caucasus are the succulent plants growing mainly in drought, rocky and stony areas. These plants play a key role in floristic diversity of the region distinguishing by their capability to adapt to the extreme ecological factors. Some parts of the family species have a narrow-range distribution and endemic and relict characteristics that it enhances the significance from the perspective of their investigation. At the same time, the ornamental and introduction potential of the Crassulaceae D.C. family species, their drought resistance, and the use of certain species in folk medicine further increase their practical importance. Therefore, clarifying the taxonomic composition of the family, studying its bioecological characteristics, and determining its distribution ranges constitute one of the relevant scientific issues from both theoretical and applied perspectives.(15)

The aim of the research. The main aim of the study is identifying the taxonomical diversity of relict and endemic species belonging to Crassulaceae D.C family distributed in the Lesser Caucasian flora, comprehensive study of their bioecological features, geographical distribution pattern, and current state of their natural population.(6)

At the same time, the main objectives of the research include evaluating the adaptive characteristics of these species to ecological conditions, their phytocoenotic relationships, and their level of sensitivity to anthropogenic factors; investigating the conservation status of rare and narrowly distributed species; and determining scientifically substantiated conservation perspectives aimed at their protection and sustainable preservation. (17)

Subjects of research. The objects of the research are relict and endemic species of the Crassulaceae family distributed in the Lesser Caucasus, their natural ranges and phytocoenoses. Population of species evolved in various ecological conditions including the family, their distribution and habitat biotopes, existence specially in mountainous and arid-extreme ecosystems form the basis of the research.

Methods of research. During the research, comprehensive botanical approaches comprising both field and laboratory phases were utilized, based on methodological principles accepted in modern floristic and ecological studies. Field studies were carried out using expedition and route methods, plant samples were collected in accordance with standard floristic rules, and herbarium material was prepared. Determination of species were based on the morphological diagnostic characters regional and international floristic sources were used in systematic identification. (Grossheim; Takhtajan; Tutin et al.)

To assess the geographical distribution of the plants, GPS coordinates were recorded, and the obtained data were synthesized using phytogeographical mapping and comparative analysis methods. This approach enabled to determine the areal structures of the species and its distribution pattern. Complex assessment of biotope analysis, abiotic features (altitude, slope exposition, soil moisture) were carried out in studying the ecological characteristics.

At the population level, individual density, age structure, and regeneration indices were analyzed. During phytocoenological studies, the evaluation of vegetation structure and the degree of dominance was conducted based on the Braun–Blanquet approach. The assessment of anthropogenic impacts was performed on the basis of field observations and a comparative analysis of the existing scientific literature

Research materials. The research materials consist of herbarium samples belonged to Crassulaceae D.C family, GPS based records and photographic documentation materials and phytocoenological descriptions gathered during the field expedition conducted in different phytogeographical regions (Ganja-Gazakh, Goygol-Murovdag system, Dashkasan, Goranboy) of the Lesser Caucasus in 2021-2025. The research shows that representatives of Crassulaceae D.C family exhibit high density in subalpine and alpine phytogeographical zones spread to the interval of 800-

3200metres of altitude in the Lesser Caucasus.(8) The species mainly inhabit xerophytic cliffs, volcanic and limestone substrates, stony slopes, creviced rocks, and extreme ecotopes with poorly developed soil cover. In these ecological conditions, species such as *Sedum spurium* Bieb., *Sedum album* L., *Sedum hispanicum* L., *Sedum stoloniferum* S.G. Gmel., and *Sedum caucasicum* (Grossh.) exhibit wide ecological plasticity, demonstrating an ability to adapt to diverse microclimatic conditions.(22) Ecological analysis demonstrates that representatives of *Crassulaceae* family minimize the water loss by having xeromorph structure, succulent leaves and CAM photosynthesis. These adaptive features are evaluated as the main factors providing their high solar radiation, low atmosphere humidity and stable existence in mountain ecosystems with wide temperature fluctuations.(19). At the same time, their capacity for vegetative reproduction and clonal dispersal increases their persistence in local populations.

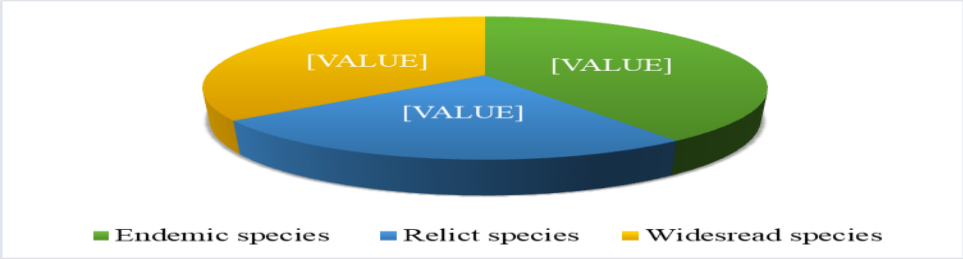


Figure 1. Phytogeographical Status Distribution of Species of the *Crassulaceae* D.C. Family in the Lesser Caucasus

During the research, it was determined that although the species *Sedum acre* L. is a cosmopolitan element with a wide Eurasian range, its populations within the Lesser Caucasus are fragmented and localized. In some areas, low population density, an increase in intraspecific distance among individuals, and a weakening of regeneration potential were observed.(16) This situation can be associated with limited gene flow, intensified population isolation, and an elevated risk of local extinction in the long-term perspective. Therefore, it is expedient to evaluate the regional conservation status of the species by considering local population dynamics rather than global distribution alone.

Endemic and relict components are predominantly concentrated in high-mountain zones and specific microhabitats. Notably, *Sedum caucasicum* (Grossh.), *Sempervivum caucasicum* Rupr., *Sedum oppositifolium* Sims. (= *Phedimus spurius* (M.Bieb.) 't Hart), and certain local *Sedum* taxa act as pivotal endemic elements for the Caucasian flora.(7) The distribution structure of these species is mosaic, disjunct, and highly fragmented, which reinforces the probability of them being relict elements of paleo-range origin.

Table 1.
Comparative Characteristics of Relict and Endemic Species of the *Crassulaceae* D.C. Family Distributed in the Lesser Caucasus

Species name	Status	Distribution characteristics	Main habitats	Threat factors
<i>Sedum caucasicum</i> (Grossh.)	Endemic	Restricted-range	Rocky slopes and subalpine areas	High
<i>Sedum acre</i> L.	Regionally rare	Localized distribution	Xerophytic slopes	Moderate
<i>Sedum oppositifolium</i> Sims.(= <i>Phedimus spurius</i> (M.Bieb.) 't Hart)	Widely distributed	Fragmented distribution	Stony and arid areas	High
<i>Sedum album</i> L.	Relict-endemic	Various altitudinal zones	Stony and rocky habitats	Moderate
<i>Sempervivum caucasicum</i> Rupr	Endemic	Local populations	Rocky microhabitats	High

Analyses conducted across altitudinal zonation indicate that endemic and relict species are particularly clustered within the 1800–3000 m range, specifically at the timberline and subalpine-alpine transition zones. In these zones, microclimatic stability and relatively low anthropogenic pressure enables the preservation of their local populations.

The study of population structure indicates that a decrease in the proportion of juvenile individuals in certain local areas reflects a deterioration of regeneration processes. This phenomenon is particularly marked in areas with intensive grazing activities, tourism influx, and infrastructure development.(23) In line with the IUCN approach, such indicators may indicate that the population is approaching a "vulnerable" or "threatened" category. From a phytocoenological perspective, representatives of the Crassulaceae D.C. family form one of the essential structural and pioneer components of xerophytic rocky phytocoenoses. Species such as *Sempervivum caucasicum* Rupr. and *Sedum album* L. play a vital role in substrate stabilization and the soil formation process during the initial colonization phase. At the same time, these species act as indicator species, serving as indicators of extreme ecological conditions.

Analysis of climate change factors indicates that high temperature and change in precipitation directly impact on vertical distribution borders of species. In recent years it has been observed a migration tendency in some populations towards the higher altitude that it is assessed as a biogeographical result of climate change. (2)

Comparative phytogeographical analyses demonstrate that the Lesser Caucasus is one of the important centers of endemism, divergence, and microrefugia for the Crassulaceae D.C. family in the Caucasus region.(1) A high concentration of both relict and endemic elements is observed here. However, escalating anthropogenic impacts, habitat fragmentation, and climate changes compromise the long-term persistence of these species.

The conservation of relict and endemic species belonging to the *Crassulaceae* D.C. family distributed in the Lesser Caucasus holds crucial scientific and practical importance in terms of preserving the biodiversity of the region. Conducted research indicates that the greater part of these species is distributed within limited ranges, specifically in rocky and high-mountain biotopes with distinct ecological conditions. Accordingly, this leads them to display high fragility to anthropogenic and climatic factors.

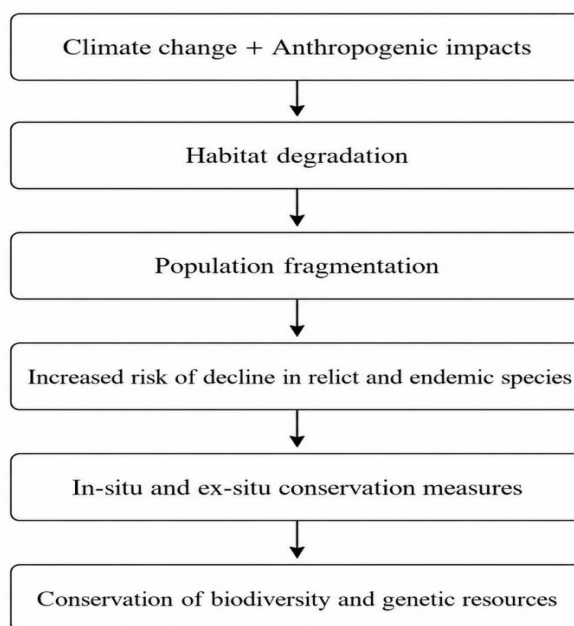


Figure 2. Conceptual Framework of Conservation Perspectives for Relict and Endemic Species of the *Crassulaceae* D.C. Family

Presently, intensive grazing activities, the expansion of tourism infrastructure, road construction, the transformation of mountain ecosystems, and climate changes are regarded as the primary factors leading to the reduction of natural populations of several species pertaining to the *Crassulaceae* D.C. family. In particular, species with limited distribution ranges, such as *Sedum caucasicum* (Grossh.), *Sempervivum caucasicum* Rupr., *Sedum oppositifolium* Sims. (= *Phedimus spurius* (M.Bieb.) 't Hart), and *Sedum acre* L., which exists in the form of local populations, are perceived as more vulnerable to anthropogenic impacts.

The research results demonstrate that to protect relict and endemic species, preserving their natural habitats is a fundamental prerequisite. To this end, it is deemed appropriate to integrate high-mountain and rocky biotopes into the system of specially protected nature areas, as well as to expand the coverage of existing sanctuaries and national parks.

To increase the effectiveness of conservation measures, conducting periodic assessments of the species' population status is of particular importance. Long-term tracking of population dynamics, regeneration capacity, age structure, and distribution ranges can enable the anticipatory forecasting potential future decline risks. In addition, implementing ex-situ conservation measures is considered one of the vital directions. Preserving rare and endemic *Crassulaceae* species in botanical gardens and introduction collections holds crucial significance in terms of safeguarding their gene pool. Notably, the introduction of *Sedum* and *Sempervivum* species possessing drought-resistant and ornamental traits can be deemed advantageous for both scientific and practical applications in the future.

Against the context of climate change, the temperature increase and fluctuations in the precipitation regime observed in high-mountain ecosystems affect hypsometric boundaries of species. For this reason, studying the resilience of relict and endemic species to climate change and identifying potential risk zones must be one of the pivotal pillars of conservation strategies. Conducted studies indicate that representatives of the *Crassulaceae* D.C. family play a crucial role not only from floristic and systematic perspectives but also in ecosystem stabilization, the pedogenesis, and the development of rocky biotopes.(13) Therefore, the protection of these species holds essential significance in terms of ensuring the sustainability of mountain ecosystems as a whole, rather than just discrete taxonomic units.

In conclusion, for the protection of relict and endemic species of the *Crassulaceae* D.C. family distributed in the Lesser Caucasus, the synergistic implementation of in-situ and ex-situ conservation measures, the expansion of specially protected areas, the implementation of scientific monitoring programs, and the minimization of anthropogenic impacts can be evaluated as the key management outlooks.

Conclusion. As a result of complex floristic, taxonomic and bioecological researches, it is identified that Caucasus is one of crucial phytogeographical centres of the region in the terms of formation, preservation and differentiation of relict and endemic representatives of *Crassulaceae* family in the Lesser Caucasus.

Conducted studies have demonstrated that representatives of the family are chiefly localized in rocky, stony, and arid high-mountain ecosystems, exhibiting high tolerance to extreme environmental factors.(15) It has been established that the succulent structure, vegetative regeneration potential, and specific physiological mechanisms of hydrological balance are the essential evolutionary adaptations ensuring the long-term persistence of these species under arid and semi-arid conditions.

The research results demonstrated that the chorological ranges of relict and endemic species are predominantly restricted, mosaic, and fragmented. Population analyses disclosed that regeneration processes have attenuated in certain local areas, population density has declined and anthropogenic pressure adversely affects ecological stability. Grazing intensity, habitat modification, the expansion of tourism activities, and climate changes were evaluated as the primary risk factors for the viability of these species in the region. From a phytocoenological perspective, it was established that representatives of the *Crassulaceae* D.C. family, besides being one of the crucial structural components

in the development of rocky and xerophytic phytocoenoses, perform vital ecological functions in the pedogenesis, substrate stabilization, and erosion control. These features indicate that they hold essential significance not only from a floristic viewpoint but also for the ecological resilience of mountain ecosystems as a whole.

In conclusion, the obtained results show that the relict and endemic representatives of the Crassulaceae D.C. family distributed in the Lesser Caucasus are an essential component of the region's biodiversity, genetic resources, and biogeographical legacy.(26) Against the background of modern anthropogenic and climate changes, the conservation of these species holds strategic importance not only for the local flora but also in terms of ensuring the sustainability of Caucasian ecosystems as a whole. Therefore, developing integrative conservation strategies aimed at protecting their natural populations, implementing long-term monitoring programs, and evaluating highly sensitive biotopes as prime conservation priorities must be one of the primary focus areas of future scientific and ecological activities.

REFERENCES

1. Azərbaycan florasının Lüğəti / Akad.V.C. Hacıyev və və b.e.n. T.E. Qasımovanın müəllifliyi ilə. – Bakı: Elm, –2008. –72s.
2. Azərbaycan Respublikasının “Qırmızı Kitab”ı. Flora [3 cildə] / Red. hey. həmsədrələri İ.Həbibbəyli, M.Babayev, –Bakı: Imak, –c.3. –2023. –507s.
3. Azərbaycan Respublikasının “Qırmızı kitab”ı. Nadir və nəsli kəsilməkdə olan bitki və göbələk növləri: [2 cildə] / Red. Hey. Sədri Akademik C.Əliyev, –Bakı: Şərq-Qərb, –c.2., –2013. –673s.
4. Əli-zadə, V.M., Səlimov, R.A. “Azərbaycanda biomüxtəlifliyə iqlim dəyişkənliyinin təsirinin qiymətləndirilməsi //AMEA Botanika İnstitutunun elmi əsərləri. –Bakı: Elm, –2016. XXXVI cild, –s.3-11.
5. Əsgərov, A. M. Azərbaycan florasının endemləri // –Bakı: Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Xəbərləri, Biologiya elmləri, –2011. №1(66), –s.99-105.
6. Əsgərov, A. M. Azərbaycan florasının subendemləri // –Bakı: Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Xəbərləri, biologiya və tibb elmləri bölməsi, –2014. №1, –s.81-91.
7. Əsgərov, A. M. Azərbaycanın bitki aləmi / A. Əsgərov. –Bakı: Teaspres, –2016. –444s.
8. Hacıyev, V.C. Azərbaycanın “Qırmızı və yaşıl kitab”larına tövsiyə olunan bitki və bitki formasiyaları / V.C.Hacıyev, S.H.Musayev. –Bakı: Elm, –1995. –40s.
9. Qurbanov, E.M. Ali bitkilərin sistematikasını / E.M. Qurbanov, –Bakı: Bakı Dövlət Universiteti, –2009. –420s.
10. Əsgərov A.M.(2008) Azərbaycan florasının konspekti Bakı, 198-200 s
11. Ахундов, Г.Ф. Эндемы флоры Азербайджана: / автореф. дис.доктор. биол. наук. / –Баку, 1973, –44с.
12. Агагулиев, И.М. Флора и растительность Юго-Восточной Ширвани / И.М. Агагулиев, –Баку: Бакинского Университета. –2000. –147с.
13. Булахтина, Г.К. Изучение адаптивного потенциала кормовых кустарниковых растений для использования в восстановлении деградированных полупустынных пастбищных экосистем // Аграрный вестник Урала, –2022. No.1 (216), –с.2-11..
14. Воронов, А.Г. Геоботаника / А.Г. Воронов, –Москва: «Высшая школа», –1963. –374с.
15. Гроссгейм, А.А. Флора Кавказа: [в 7 томах] / А.А. Гроссгейм, –Баку. Аз ФАН СССР. –т.7. –1967. –895с.
16. Флора СССР: [в 30-х т.] / Под Ред. Колл. –Москва. –Ленинград: Наука, –Т. I–XXX.–1934–1960.
17. Флора Азербайджана. Изд. АН Азерб. ССР, тт. 1-УШ, Баку, 1950-1961.
18. Alizade, V. Red List of the endemic plants of the Caucasus / V.Alizade, V.Hajiyev, V.Kerimov [et

- al.] // By Missouri Botanical Garden Press.–PO. BOS: –2014. –p.73-93.
19. Asamoah, E.F., Beaumont, L.J., and Maina, J.M. Climate and land-use changes reduce the benefits of terrestrial protected areas // Nat. Climate Change 2021. V. 11, –p.1105-1110.
20. Ghazanfar, S. A., Edmondson, J. R. (Eds). (2013-2019). Flora of Iraq, Volumes 5.1, 5.2 and 6.0. Kew Publishing
21. Govaerts, R., NicLughadha, E., Black, N., Turner, R. & Paton, A. (2021). The World Checklist of Vascular Plants, a continuously updated resource for exploring global plant diversity. <https://doi.org/10.1038/s41597-021-00997->
22. Wu, Z. & Raven, P.H. (eds.) (2001). Flora of China 8: 1-506. Science Press (Beijing) & Missouri Botanical Garden Press (St. Louis).
23. Flora of Iraq H. Obha in J. Fac. Sci. Univ.Tokyo Ser. III, 12, 168 (1978)
24. The International Plant Names Index and World Checklist of Vascular Plants 2024. Published on the Internet at <http://www.ipni.org>
25. Dimopoulos, P., Raus, T., Bergmeier, E., Constantinidis, T., Iatrou, G., Kokkini, S., Strid, A., & Tzanoudakis, D. (2013). Vascular plants of Greece. An annotated checklist: 1-372. Botanic gardens and botanical museum Berlin-Dahlem, Berlin and Hellenic botanical society, Athens.
26. Karagoz, F.P., Karagoz, H. & Dursun, A. (2020). Properties and Importance of *Prometheum sempervivoides* (Fisch. Ex Bieb.) H. Ohba as Ornamental Plant Naturally Grown in Erzurum. Journal of Agricultural Production, 1(1), 22-30. Kim, I.H., Huh, K.Y. & Huh, M.R. (2010). Cold tolerance assessment of *Sedum* species for shallow -extensive green roof system. Korean J Hort Sci Technol., 28, 22-30.

UOT 624. 131.1**KIÇİK QAFQAZDA YAYILAN CRASSULACEAE D.C FƏSİLƏSİNİN RELİKT VƏ ENDEM NÖVLƏRİNİN MÜHAFİZƏ PERSPEKTİVLƏRİ**

Çiçək Mübariz qızı Əkbərova
Bakı Dövlət Universiteti
chickekakbarova@bsu.edu.az

Xülasə. Məqalədə Kiçik Qafqaz florasında yayılmış *Crassulaceae* D.C. fəsiləsinə aid relik və endem növlərin taksonomik tərkibi, bioekoloji xüsusiyyətləri, yayılma arealları və mühafizə perspektivləri araşdırılmışdır. Tədqiqat zamanı regionda yayılan növlərin floristik analizi aparılmış, onların ekoloji şəraitə uyğunlaşma xüsusiyyətləri, fitosenotik əlaqələri və antropogen təsirlərə qarşı həssaslıq dərəcəsi qiymətləndirilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, fəsiləyə aid bəzi növlər məhdud arealda yayılması, yüksək ekoloji spesifikasiyi və təbii yaşayış mühitlərinin degradasiyası səbəbindən təhlükə altındadır. Xüsusilə otlaq sahələrinin genişlənməsi, qeyri-səmərəli torpaq istifadəsi, iqlim dəyişiklikləri və antropogen amillər bu növlərin populyasiya sıxlığına və biomüxtəlifliyin qorunmasına mənfi təsir göstərir. Tədqiqat nəticəsində relik və endem növlərin in situ və ex situ mühafizə tədbirlərinin gücləndirilməsi, xüsusi mühafizə olunan təbiət ərazilərində monitoring proqramlarının təşkili, həmçinin növlərin introduksiya və genofondunun qorunması istiqamətində tədbirlərin həyata keçirilməsinin vacibliyi müəyyən edilmişdir. Əldə olunan nəticələr Kiçik Qafqazın floristik biomüxtəlifliyinin qorunması və *Crassulaceae* D.C. fəsiləsinin nadir növlərinin davamlı mühafizəsi baxımından elmi və praktik əhəmiyyət kəsb edir.

Açar sözlər: Kiçik Qafqaz, *Crassulaceae* D.C., relik , endem, biomüxtəliflik, mühafizə perspektivləri, flora, bioekoloji xüsusiyyətlər.

ПЕРСПЕКТИВЫ ОХРАНЫ РЕЛИКТОВЫХ И ЭНДЕМИЧНЫХ ВИДОВ СЕМЕЙСТВА
CRASSULACEAE DC. РАСПРОСТРАНЁННЫХ В МАЛОМ КАВКАЗЕ

Чичек М. Акберова

Бакинский государственный университет

chichekakbarova@bsu.edu.az

Резюме. В статье исследуются таксономический состав, биоэкологические особенности, ареалы распространения и перспективы охраны реликтовых и эндемичных видов семейства Crassulaceae DC., распространённых во флоре Малого Кавказа. В ходе исследования проведён флористический анализ видов, распространённых в регионе, оценены их адаптационные особенности к экологическим условиям, фитоценотические связи и степень чувствительности к антропогенным воздействиям. Установлено, что некоторые виды данного семейства находятся под угрозой вследствие ограниченного ареала распространения, высокой экологической специфичности и деградации природных местообитаний.

В частности, расширение пастбищ, нерациональное землепользование, изменения климата и антропогенные факторы оказывают негативное влияние на плотность популяций и сохранение биоразнообразия. По результатам исследования определена необходимость усиления мер охраны реликтовых и эндемичных видов *in situ* и *ex situ*, организации мониторинговых программ на особо охраняемых природных территориях, а также реализации мероприятий по интродукции и сохранению генофонда видов. Полученные результаты имеют научное и практическое значение для сохранения флористического биоразнообразия Малого Кавказа и устойчивой охраны редких видов семейства Crassulaceae DC.

Ключевые слова: Малый Кавказ, Crassulaceae DC., реликтовые виды, эндемичные виды, биоразнообразие, перспективы охраны, флора, биоэкологические особенности.

Redaksiyaya daxilolma: 20.04.2026

Çapa qəbul olunma: 19.06.2026



URBANİZASIYA ŞƏRAİTİNDƏ EKOLOJİ SİSTEMLƏRİN TRANSFORMASIYASI VƏ BİOMÜXTƏLİFLİYİN QORUNMASI PROBLEMLƏRİ

Qumru Vasif qızı Balaxanova
Azərbaycan Dövlər Pedaqoji Universiteti
Bakı ş, Üzeyir Hacıbəyli, 68
19_bq_91@mail.ru

Xülasə. Elmi tədqiqatda urbanizasiya şəraitində ekoloji sistemlərin transformasiyası və biomüxtəlifliyin qorunması problemləri kompleks şəkildə tədqiq edilmişdir. Tədqiqat Bakı şəhəri və Abşeron yarımadasında müxtəlif urbanizasiya səviyyəsinə malik ərazilərdə aparılmış, torpaq, su, hava və bioloji komponentlərin vəziyyəti müqayisəli şəkildə qiymətləndirilmişdir. Ərazilər antropogen təsirin intensivliyinə görə yüksək urbanizasiya, orta urbanizasiya və nisbətən təbii zonalar olmaqla üç qrupa ayrılmışdır.

Aparılmış analizlər nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, urbanizasiya dərəcəsinin artması torpaq ekosistemlərində ağır metalların miqdarının yüksəlməsinə, humus ehtiyatlarının azalmasına və mikrobioloji aktivliyin zəifləməsinə səbəb olur. Eyni zamanda su hövzələrində nitrat və fosfat birləşmələrinin artması eutrofikasiya proseslərini sürətləndirir, atmosfer mühitində isə PM2.5 və PM10 hissəciklərinin konsentrasiyası yüksələrək ekoloji keyfiyyət göstəricilərini pisləşdirir.

Tədqiqat nəticələri göstərmişdir ki, mikromiset göbələklərinin və bitki örtüyünün növ müxtəlifliyi urbanizasiya gradienti boyunca azalır. Yüksək antropogen təsirə məruz qalan ərazilərdə əsasən stressə davamlı sinantrop növlər üstünlük təşkil etdiyi halda, nisbətən təbii zonalarda növ zənginliyi və mikrobioloji aktivlik daha yüksək olmuşdur. Bu isə biomüxtəlifliyin ekosistemlərin dayanıqlılığında və funksional sabitliyində mühüm rol oynadığını təsdiqləyir.

Müəyyən edilmişdir ki, yaşıllıq sahələri və təbii landşaftlar urban ekosistemlərində biomüxtəlifliyin qorunması, ekoloji tarazlığın saxlanılması və antropogen təsirlərin azaldılması baxımından mühüm əhəmiyyət daşıyır. Tədqiqatın nəticələri urbanizasiya şəraitində ekoloji monitoring sistemlərinin təkmilləşdirilməsi, yaşıllıq zonalarının genişləndirilməsi və davamlı şəhərsalma strategiyalarının hazırlanması üçün elmi əsas yaradır.

Açar sözlər: urbanizasiya, ekoloji sistemlər, biomüxtəliflik, mikromiset göbələkləri, torpaq ekosistemləri, antropogen təsir, ekoloji monitoring, ekosistem transformasiyası, şəhər ekosistemləri, ətraf mühitin mühafizəsi

Giriş. Müasir dövrdə urbanizasiya prosesi dünya miqyasında sosial-iqtisadi inkişafın əsas istiqamətlərindən biri kimi xarakterizə olunur. Əhali artımı, sənayeləşmənin sürətlənməsi, texnoloji tərəqqi və şəhərlərin genişlənməsi nəticəsində təbii ekosistemlər ciddi antropogen təsirlərə məruz qalır. XXI əsrdə şəhər mühitinin sürətlə transformasiyası yalnız insanların yaşayış və fəaliyyət sahələrinin genişlənməsi ilə məhdudlaşmır, eyni zamanda biosferdə baş verən ekoloji dəyişikliklərin əsas səbəblərindən birinə çevrilir. Urbanizasiya prosesinin intensiv xarakter alması ekoloji sistemlərin strukturunda, funksional xüsusiyyətlərində və biomüxtəliflik göstəricilərində ciddi dəyişikliklər yaradır. Bu baxımdan urbanizasiya şəraitində ekoloji sistemlərin transformasiyasının öyrənilməsi və biomüxtəlifliyin qorunması problemlərinin elmi əsaslarla təhlili müasir ekologiyanın aktual istiqamətlərindən biri hesab edilir.

Şəhərləşmə nəticəsində torpaq örtüyünün dəyişdirilməsi, yaşıllıq sahələrinin azalması, sənaye tullantılarının artması, atmosfer havasının çirklənməsi, su ehtiyatlarının deqradasiyası və antropogen səs-küy ekosistemlərin təbii balansını pozur. Urbanizasiya ekoloji sistemlərin komponentləri arasında

mövcud olan qarşılıqlı əlaqələrin zəifləməsinə və bir çox canlı növlərinin yaşayış mühitlərinin fragmentasiyasına səbəb olur[1, s.73]. Nəticədə flora və fauna növlərinin populyasiya sıxlığı azalır, bəzi növlər urban mühitə uyğunlaşa bilmədiyi üçün areallarını tərk edir və ya tamamilə yox olmaq təhlükəsi ilə üzləşir. Belə şəraitdə urban ekosistemlərdə yalnız yüksək adaptasiya qabiliyyətinə malik növlərin üstünlük qazanması bioloji müxtəlifliyin homogenləşməsinə gətirib çıxarır.

Ekoloji sistemlərin transformasiyası urbanizasiyanın ən mühüm nəticələrindən biri hesab olunur. Təbii landşaftların antropogen landşaftlarla əvəz olunması biosenozlərin strukturunu dəyişdirir və enerji axınında, maddələr dövrəsinə, trofik əlaqələrdə pozulmalar yaradır. Şəhər ekosistemlərində temperaturun yüksəlməsi nəticəsində formalaşan “istilik adası effekti”, atmosferdə karbon qazının və digər çirkləndiricilərin miqdarının artması, torpaq eroziyası və su hövzələrinin eutrofikasiyası urbanizasiyanın ekoloji nəticələrinin əsas göstəricilərindəndir[2, s. 45]. Bu dəyişikliklər yalnız ayrı-ayrı növlərə deyil, bütövlükdə ekosistemlərin davamlılığına və ekoloji təhlükəsizliyə təsir göstərir.

Biomüxtəliflik ekosistemlərin sabitliyini, məhsuldarlığını və özünübərpə potensialını təmin edən əsas ekoloji amillərdən biridir. Növ müxtəlifliyi, genetik müxtəliflik və ekosistem müxtəlifliyi təbii mühitin davamlılığının qorunmasında mühüm rol oynayır. Lakin urbanizasiya prosesinin genişlənməsi biomüxtəliflik üçün əsas təhlükə mənbələrindən biri hesab olunur. Şəhərsalma fəaliyyəti nəticəsində təbii biotopların məhv edilməsi, yaşıllıq zonalarının azalması, invaziv növlərin yayılması və ekoloji çirklənmənin güclənməsi biomüxtəlifliyin zəifləməsinə səbəb olur. Xüsusilə nadir və endemik növlər urbanizasiyanın təsirlərinə daha həssas olduqları üçün onların populyasiyalarında ciddi azalmalar müşahidə edilir[3, s.24].

Müasir ekologiyada urban ekosistemlər antropogen ekosistemlərin xüsusi forması kimi qiymətləndirilir. Bu sistemlərdə insan fəaliyyəti əsas tənzimləyici faktor olduğundan təbii özünütənzimləmə mexanizmləri zəifləyir. Urban mühitdə ekoloji tarazlığın qorunması məqsədilə yaşıllıq sahələrinin artırılması, ekoloji planlaşdırmanın tətbiqi, ekoloji monitorinq sistemlərinin yaradılması və davamlı şəhər inkişafı strategiyalarının hazırlanması xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Son illərdə “yaşıl şəhər”, “ekoloji şəhərsalma”, “dayanıqlı urbanizasiya” və “təbiətəsaslı həllər” kimi yanaşmalar urbanizasiyanın mənfi təsirlərinin azaldılması istiqamətində mühüm elmi-praktik konsepsiyalar kimi formalaşmışdır.

Urbanizasiya şəraitində biomüxtəlifliyin qorunması yalnız ekoloji deyil, həm də sosial və iqtisadi baxımdan mühüm əhəmiyyət daşıyır. Biomüxtəlifliyin azalması ekosistem xidmətlərinin zəifləməsinə, iqlim dəyişikliklərinin təsirlərinin güclənməsinə və insan sağlamlığı üçün risklərin artmasına səbəb olur. Təbii ekosistemlərin deqradasiyası su və hava keyfiyyətinin pisləşməsinə, torpaqların məhsuldarlığının azalmasına və urban ərazilərdə ekoloji risklərin yüksəlməsinə gətirib çıxarır[4, s.24]. Buna görə də urbanizasiya prosesinin idarə olunması zamanı ekoloji təhlükəsizlik prinsiplərinin nəzərə alınması, biomüxtəlifliyin qorunması tədbirlərinin həyata keçirilməsi və ekoloji maarifləndirmənin gücləndirilməsi mühüm vəzifələrdən biridir.

Dünyanın bir çox iri şəhərlərində urbanizasiya ilə biomüxtəliflik arasında qarşılıqlı əlaqələrin öyrənilməsi məqsədilə genişmiqyaslı tədqiqatlar aparılır. Müasir elmi araşdırmalar göstərir ki, şəhər ərazilərində yaşıllıq zolaqlarının və urban meşələrin artırılması, ekoloji koridorların yaradılması, antropogen yüklənmənin optimallaşdırılması və ekoloji monitorinq sistemlərinin tətbiqi biomüxtəlifliyin qorunmasına müsbət təsir göstərir. Xüsusilə urban torpaqlarda mikroorqanizmlərin, göbələklərin və digər canlı qruplarının ekoloji funksiyalarının öyrənilməsi şəhər ekosistemlərinin davamlılığının qiymətləndirilməsi baxımından mühüm elmi əhəmiyyətə malikdir.

Azərbaycan şəraitində də urbanizasiya prosesi xüsusilə iri şəhərlərdə və sənaye zonalarında ekoloji sistemlərə ciddi təsirlər göstərir. Bakı şəhəri və ətraf ərazilərdə urbanizasiyanın intensiv inkişafı nəticəsində təbii landşaftların dəyişməsi, atmosfer havasının çirklənməsi, torpaq örtüyünün antropogen transformasiyası və biomüxtəliflik göstəricilərinin azalması müşahidə olunur. Bu baxımdan urban ekosistemlərdə baş verən ekoloji dəyişikliklərin öyrənilməsi və biomüxtəlifliyin qorunması problemlərinin tədqiqi ölkənin ekoloji təhlükəsizliyi və dayanıqlı inkişaf strategiyası baxımından xüsusi aktualıq kəsb edir[5, s.288].

Urbanizasiya şəraitində ekoloji sistemlərin transformasiyası və biomüxtəlifliyin qorunması problemlərinin öyrənilməsi ekosistemlərin davamlılığının təmin olunması, təbii resursların səmərəli istifadəsi və insan-cəmiyyət-təbiət münasibətlərinin optimallaşdırılması baxımından mühüm elmi-praktik əhəmiyyətə malikdir. Bu istiqamətdə aparılan tədqiqatlar urban mühitdə ekoloji tarazlığın qorunması, biomüxtəlifliyin mühafizəsi və davamlı şəhər inkişafı modellərinin hazırlanması üçün elmi əsasların formalaşdırılmasına xidmət edir.

Mövzunun aktuallığı. Müasir dövrdə urbanizasiya prosesinin sürətli inkişafı ekoloji sistemlərə təsir edən ən mühüm antropogen amillərdən biri hesab olunur. Dünya əhalisinin böyük hissəsinin şəhərlərdə məskunlaşması, sənaye müəssisələrinin və nəqliyyat infrastrukturunun genişlənməsi, təbii ərazilərin yaşayış və istehsal sahələrinə çevrilməsi biosferdə ciddi ekoloji dəyişikliklərin yaranmasına səbəb olmuşdur. Urbanizasiyanın intensiv xarakter alması nəticəsində təbii ekosistemlərin strukturunda transformasiya prosesi sürətlənmiş, biomüxtəliflik göstəricilərində azalma, ekoloji tarazlığın pozulması və ətraf mühitin deqradasiyası kimi problemlər daha qabarıq şəkildə özünü göstərməyə başlamışdır. Bu baxımdan urbanizasiya şəraitində ekoloji sistemlərin transformasiyası və biomüxtəlifliyin qorunması problemlərinin öyrənilməsi müasir ekologiya elminin ən aktual istiqamətlərindən biri hesab edilir.

Urbanizasiyanın genişlənməsi nəticəsində təbii landşaftların antropogen landşaftlarla əvəz olunması canlı orqanizmlərin yaşayış mühitlərinin məhv edilməsinə və ya fragmentasiyasına səbəb olur. Şəhərlərin genişlənməsi zamanı yaşıllıq sahələrinin azalması, torpaq örtüyünün dəyişməsi, atmosfer havasının və su hövzələrinin çirklənməsi ekosistemlərin funksional sabitliyini zəiflədir. Xüsusilə sənaye və nəqliyyatın intensiv inkişaf etdiyi urban ərazilərdə antropogen təsirlər nəticəsində flora və fauna növlərinin populyasiya dinamikasında dəyişikliklər baş verir, bir çox növlərin sayı azalır və bəzi canlı qrupları yox olmaq təhlükəsi ilə üzləşir. Bu proseslər biomüxtəlifliyin qorunması məsələsini global ekoloji problemlər sırasına daxil etmişdir[6, s.24].

Mövzunun aktuallığını şərtləndirən əsas amillərdən biri də iqlim dəyişiklikləri ilə urbanizasiya prosesləri arasında qarşılıqlı əlaqənin güclənməsidir. Şəhər ərazilərində atmosfərə atılan istixana qazlarının miqdarının artması, “istilik adası effekti”, torpaq və su ehtiyatlarının deqradasiyası ekoloji sistemlərin davamlılığına mənfi təsir göstərir. Urban ekosistemlərdə baş verən bu dəyişikliklər həm ekoloji, həm də sosial-iqtisadi problemlərin yaranmasına səbəb olur. Ekosistem xidmətlərinin zəifləməsi, hava və su keyfiyyətinin pisləşməsi, insanların sağlamlığı üçün risklərin artması biomüxtəlifliyin qorunmasının yalnız təbiətin mühafizəsi deyil, eyni zamanda insan rifahı baxımından da mühüm əhəmiyyət daşıdığını göstərir.

Müasir elmi tədqiqatlar sübut edir ki, biomüxtəliflik ekosistemlərin dayanıqlığını və özünübərpə potensialını təmin edən əsas amillərdəndir. Lakin urbanizasiya şəraitində antropogen yüklənmənin artması nəticəsində ekoloji nişlərin dəyişməsi, invaziv növlərin yayılması və təbii biosenozların deqradasiyası biomüxtəlifliyin azalmasına səbəb olur. Xüsusilə urban torpaqlarda mikroorqanizmlərin, mikromiset göbələklərinin, bitki və heyvan növlərinin ekoloji funksiyalarında baş verən dəyişikliklər şəhər ekosistemlərinin ümumi sabitliyinə təsir göstərir. Buna görə də urban ekosistemlərdə bioloji müxtəlifliyin vəziyyətinin qiymətləndirilməsi və qorunma mexanizmlərinin işlənib hazırlanması mühüm elmi-praktik əhəmiyyətə malikdir[7, s.23].

Azərbaycan şəraitində də urbanizasiya prosesinin intensiv inkişafı ekoloji problemlərin aktuallığını daha da artırmışdır. Xüsusilə Bakı şəhərində və digər iri sənaye mərkəzlərində urbanizasiyanın təsiri nəticəsində atmosfer havasının çirklənməsi, torpaqların antropogen deqradasiyası, yaşıllıq ərazilərinin azalması və biomüxtəliflik göstəricilərinin zəifləməsi müşahidə olunur. Urban ekosistemlərdə ekoloji dəyişikliklərin kompleks şəkildə öyrənilməsi ölkənin ekoloji təhlükəsizliyinin təmin olunması, təbii resurslardan səmərəli istifadə və dayanıqlı inkişaf strategiyalarının hazırlanması baxımından xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Bununla yanaşı, müasir dövrdə davamlı şəhər inkişafı konsepsiyasının prioritet istiqamətlərindən biri biomüxtəlifliyin qorunması və urban ekosistemlərin ekoloji dayanıqlığının təmin edilməsidir. “Yaşıl şəhər” konsepsiyası, urban meşələrin salınması, ekoloji koridorların yaradılması, təbiətsəslə

həllərin tətbiqi və ekoloji monitoring sistemlərinin inkişaf etdirilməsi urbanizasiyanın mənfəəti təsirlərinin azaldılmasına yönəlmiş əsas tədbirlər sırasındadır. Bu tədbirlərin effektivliyinin qiymətləndirilməsi isə urban ekosistemlərdə baş verən transformasiya proseslərinin elmi əsaslarla öyrənilməsinə tələb edir[8, s.23].

Urbanizasiya şəraitində ekoloji sistemlərin transformasiyası və biomüxtəlifliyin qorunması problemlərinin tədqiqi müasir ekologiyanın mühüm və aktual elmi istiqamətlərindən biri olmaqla yanaşı, həm də ekoloji təhlükəsizliyin təmin olunması, insan sağlamlığının qorunması və davamlı inkişaf prinsiplərinin həyata keçirilməsi baxımından böyük nəzəri və praktik əhəmiyyətə malikdir.

Tədqiqatın məqsədi. Tədqiqatın məqsədi urbanizasiya şəraitində ekoloji sistemlərin struktur və funksional dəyişikliklərini araşdırmaq, antropogen təsirlərin biomüxtəlifliyə göstərdiyi mənfəəti təsirləri qiymətləndirmək və bu təsirlərin azaldılması üçün ekoloji baxımdan effektiv qorunma və idarəetmə yanaşmalarını müəyyən etməkdir. Eyni zamanda, urban ekosistemlərdə bioloji müxtəlifliyin mövcud vəziyyətini təhlil etmək və onun davamlılığının təmin olunması üçün elmi əsaslı tövsiyələr hazırlamaq da əsas məqsədlər sırasındadır.

Tədqiqat obyektı. Tədqiqatın obyektı urbanizasiya şəraitində formalaşan və antropogen təsirlərə məruz qalan ekoloji sistemlərdir. Xüsusilə şəhər mühitində mövcud olan təbii və yarımtəbii ekosistemlər, o cümlədən torpaq, su və hava mühitləri, yaşıllıq zonaları, park və bağ sahələri, eləcə də bu mühitlərdə yaşayan bitki, heyvan və mikroorqanizm kompleksləri tədqiqatın əsas obyektini təşkil edir. Eyni zamanda, urban ekosistemlərdə biomüxtəlifliyin struktur və funksional xüsusiyyətləri, növ tərkibində baş verən dəyişikliklər və antropogen yüklənmənin təsiri də tədqiqat obyektinə daxildir.

Tədqiqat metodları. Tədqiqatda ekoloji sistemlərin urbanizasiya şəraitində transformasiyasını və biomüxtəliflik göstəricilərini qiymətləndirmək üçün kompleks elmi metodlardan istifadə edilmişdir. Əsas metod kimi sahə tədqiqatları aparılaraq şəhər və sənaye mühitlərində müxtəlif ekoloji zonlardan nümunələr toplanmış, ekosistemlərin vəziyyəti yerində müşahidə olunmuşdur.

Bununla yanaşı, laboratoriya analizləri vasitəsilə toplanmış nümunələrdə bioloji müxtəliflik göstəriciləri, o cümlədən mikroorqanizmlərin və digər canlı qruplarının tərkibi və yayılma xüsusiyyətləri öyrənilmişdir. Müqayisəli ekoloji analiz metodundan istifadə edilərək çirklənmiş və nisbətən təmiz ərazilər arasında fərqlər müəyyən edilmişdir.

Statistik analiz metodları vasitəsilə əldə olunan nəticələr emal edilmiş, biomüxtəliflik indeksləri hesablanmış və urbanizasiyanın ekosistemlərə təsir dərəcəsi qiymətləndirilmişdir. Bundan əlavə, ədəbiyyat icmal metodunu əsasında son illərin elmi mənbələri təhlil edilərək nəticələrə elmi əsaslandırma verilmişdir.

Materiallar və müzakirələr

Aparılmış tədqiqatın material bazası Bakı şəhəri və Abşeron yarımadası ərazisində urbanizasiya prosesinin müxtəlif intensivlik dərəcələrini əhatə edən ekoloji monitoring sahələrindən toplanmış kompleks torpaq, su, hava və bioloji nümunələr əsasında formalaşdırılmışdır. Seçilmiş ərazilər regionun ekoloji xüsusiyyətlərini, antropogen yüklənmə səviyyəsini və təbii landşaftların transformasiya dərəcəsini əks etdirəcək şəkildə planlaşdırılmışdır. Bu yanaşma urban ekosistemlərin struktur və funksional dəyişikliklərini daha obyektiv və müqayisəli şəkildə qiymətləndirməyə imkan vermişdir.

Tədqiqat zamanı əsas məqsəd urbanizasiya gradienti boyunca ekosistem komponentlərinin (abiotik və biotik faktorların) dəyişmə dinamikasını müəyyən etmək olmuşdur. Bunun üçün seçilmiş monitoring sahələrində torpağın üst qatından (0–20 sm) nümunələr götürülmüş, su obyektlərindən səth suyu nümunələri toplanmış, atmosfer havasının çirklənmə göstəriciləri isə PM2.5 və PM10 hissəcikləri, azot və karbon oksidləri əsasında qiymətləndirilmişdir. Eyni zamanda, həmin ərazilərdə mövcud olan bitki örtüyü, mikroorqanizmlər və xüsusilə mikromiset göbələklərinin yayılma xüsusiyyətləri öyrənilmişdir. Bu materiallar ekosistemlərin bioloji müxtəliflik səviyyəsini və ekoloji sabitlik göstəricilərini müəyyən etmək üçün əsas elmi baza rolunu oynamışdır.

Seçilmiş tədqiqat əraziləri antropogen təsirin intensivliyinə görə üç əsas zonaya ayrılmışdır. I zona yüksək sənaye və nəqliyyat təsirinə məruz qalan əraziləri əhatə edir və burada ekoloji yüklənmə

maksimum səviyyədədir. Bu zonaya Bakı-Sumqayıt sənaye dəhlizi, Qaradağ sənaye kompleksi, Suraxanı və Sabunçu sənaye və logistika sahələri daxil edilmişdir. II zona orta urbanizasiya səviyyəsinə malik yaşayış və qarışıq funksiyalı şəhər ərazilərini Yasamal, Nərimanov, Xətai və Binəqədi rayonlarını əhatə edir. III zona isə nisbətən təbii ekoloji şəraitini qoruyan yaşıllıq və rekreasiya ərazilərindən Mərdəkan dendroloji zonası, Şüvəlan–Buzovna sahil zolağı, Pırşağı ekosistemi və Abşeron Milli Parkı ətrafı sahələrdən ibarətdir.

Bu zonal bölgü ekosistemlərin antropogen təsirə reaksiyasını müqayisəli şəkildə öyrənmək üçün elmi əsas yaratmışdır. Belə ki, I zonada insan fəaliyyəti nəticəsində ekosistemlərin güclü transformasiyası, II zonada keçid xarakterli ekoloji dəyişikliklər, III zonada isə təbii ekoloji tarazlığın nisbətən qorunması müşahidə edilmişdir. Bu yanaşma urbanizasiya prosesinin biomüxtəlifliyə, torpaq və su resurslarına, eləcə də atmosfer mühitinə təsirini sistemli şəkildə qiymətləndirməyə imkan vermişdir.

Ümumilikdə, tədqiqatın material bazası urban ekosistemlərin kompleks şəkildə öyrənilməsinə təmin edən çoxkomponentli elmi məlumatlar toplusu kimi çıxış edir və bu, ekoloji sistemlərin transformasiyası və biomüxtəlifliyin qorunması problemlərinin daha dərinlən təhlilinə şərait yaradır.

Aparılmış analizlər göstərir ki, urbanizasiya dərəcəsinin artması ilə torpaq ekosistemlərinin kimyəvi və bioloji strukturu əhəmiyyətli dərəcədə dəyişir. Xüsusilə ağır metalların (Pb, Cd, Zn) konsentrasiyasının yüksəlməsi, humus qatının azalması və pH balansında baş verən dəyişikliklər torpaq mühitinə antropogen təsir altında degradasiyaya uğradığını göstərir. Bu dəyişikliklər torpağın bioloji aktivliyini zəiflədir, mikroorqanizm populyasiyalarını azaldır və ekosistemlərin özünübərpa qabiliyyətini məhdudlaşdırır.

Urbanizasiya gradienti üzrə aparılmış müqayisəli təhlil aşağıdakı nəticələri ortaya çıxarmışdır:

Cədvəl 1.

Torpaq ekosistemlərinin kimyəvi və bioloji göstəriciləri

Zona	Ərazilər	Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Humus (%)	pH
I zona	1–4 (Bakı-Sumqayıt, Qaradağ, Suraxanı, Sabunçu)	85–135	2.5–4.2	220–410	1.0–1.8	7.8–8.5
II zona	5–9 (Yasamal, Nərimanov, Xətai, Binəqədi)	40–70	1.1–2.0	150–260	2.8–3.9	7.2–7.8
III zona	10–14 (Mərdəkan, Şüvəlan, Pırşağı, Abşeron MP, Qobustan)	10–28	0.2–0.6	80–140	4.2–6.1	6.8–7.3

I zonada (Bakı-Sumqayıt sənaye dəhlizi, Qaradağ, Suraxanı və Sabunçu) torpaq ekosistemləri ən yüksək antropogen yüklənməyə məruz qalır. Bu ərazilərdə Pb və Cd kimi toksik elementlərin yüksək göstəriciləri sənaye emissiyaları, nəqliyyat tullantıları və texnogen çirklənmə mənbələrinin intensivliyini təsdiq edir. Humus miqdarının 1.0–1.8% arasında olması torpağın üzvi maddələrlə zəif təmin olunduğunu və bioloji proseslərin zəiflədiyini göstərir.

II zonada (Yasamal, Nərimanov, Xətai, Binəqədi) göstəricilər orta səviyyədədir. Bu ərazilərdə antropogen təsir davam etsə də, ekosistemlər müəyyən dərəcədə stabilliyini saxlayır. Humus miqdarının 2.8–3.9% olması torpağın qismən bərpa qabiliyyətinə malik olduğunu göstərir.

III zonada (Mərdəkan, Şüvəlan, Pırşağı, Abşeron Milli Parkı ətrafı və Qobustan) isə torpaq ekosistemləri daha stabil vəziyyətdədir. Ağır metal konsentrasiyasının aşağı olması və humus miqdarının 4.2–6.1% aralığında dəyişməsi bu ərazilərin təbii ekoloji tarazlığını qoruduğunu göstərir.

Əldə olunan nəticələr urbanizasiya ilə torpaq ekosistemlərinin deqradasiyası arasında güclü əlaqənin olduğunu təsdiqləyir. I zonadan III zonaya doğru keçdikcə ağır metal çirklənməsi azalır, humus miqdarı artır və ekosistemlərin bioloji sabitliyi yüksəlir. Bu isə yaşıllıq zonalarının və təbii landşaftların urban ekosistemlərin dayanıqlığında mühüm rol oynadığını göstərir.

Urbanizasiya prosesinin intensivləşməsi ekosistemlərin mikrobioloji komponentlərinə, xüsusilə torpaq mikromisetlərinin struktur və funksional göstəricilərinə ciddi təsir göstərir. Şəhər mühitində artan antropogen təzyiq, ağır metal çirklənməsi, torpağın sıxlaşması, üzvi maddələrin azalması və mikroiqlim dəyişiklikləri mikromiset populyasiyalarının həm kəmiyyət, həm də keyfiyyət göstəricilərini dəyişdirir. Nəticədə təbii ekosistemlər üçün xarakterik olan növ zənginliyi azalır, ekoloji cəhətdən davamlı növlər isə tədricən sinantrop formalarla əvəz olunur. Bu proses ekosistemlərin biogeokimyəvi dövrlərində pozulmalara və torpağın özünübərpa potensialının zəifləməsinə səbəb olur.

Mikromisetlər torpaq ekosistemlərində üzvi maddələrin parçalanması, humus əmələgəlməsi və qida elementlərinin dövrəninə mühüm rol oynayan əsas mikroorqanizm qruplarından biridir. Onların növ tərkibində və aktivliyində baş verən dəyişikliklər ekosistemin ümumi sağlamlıq vəziyyətinin göstəricisi kimi qəbul edilir. Xüsusilə urbanizasiya gradienti boyunca mikromisetlərin struktur dəyişikliklərinin öyrənilməsi ekoloji monitoring və biomüxtəlifliyin qiymətləndirilməsi baxımından mühüm elmi əhəmiyyət daşıyır.

Aparılmış tədqiqat çərçivəsində Bakı şəhəri və Abşeron yarımadası üzrə seçilmiş müxtəlif antropogen təsir səviyyəsinə malik ərazilərdə mikromisetlərin növ tərkibi, dominant cinsləri və mikrobioloji aktivlik göstəriciləri müqayisəli şəkildə təhlil edilmişdir. Aşağıdakı cədvəldə bu göstəricilər urbanizasiya gradienti üzrə ümumiləşdirilmişdir.

Cədvəl 2.

Mikromisetlərin növ müxtəlifliyi və mikrobioloji aktivliyi

Zona	Növ sayı	Dominant cinslər	Mikrobioloji aktivlik indeksi
I zona	30–45	<i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Cladosporium</i>	0.40–0.58
II zona	55–75	Qarışıq sinantrop və təbii növlər	0.62–0.80
III zona	85–110	<i>Alternaria</i> , <i>Trichoderma</i> , indikator növlər	0.83–0.96

Alınmış nəticələr göstərir ki, mikromisetlərin növ müxtəlifliyi urbanizasiya səviyyəsi ilə tərs korrelyasiya təşkil edir. Yüksək antropogen təsirə məruz qalan I zonada mikromisetlərin növ sayı nisbətən aşağıdır və əsasən stres şəraitinə davamlı sinantrop növlərlə məhdudlaşır. Bu zonada *Aspergillus*, *Penicillium* və *Cladosporium* kimi cinslərin dominantlığı torpaqda kimyəvi və fiziki stres faktorlarının yüksək olduğunu göstərir. Mikrobioloji aktivliyin aşağı olması (0.40–0.58) üzvi maddələrin parçalanma proseslərinin zəiflədiyini və ekosistem funksiyalarının məhdudlaşdığını təsdiq edir.

II zonada mikromisetlərin növ müxtəlifliyi orta səviyyədədir və həm sinantrop, həm də təbii ekoloji şəraitə uyğunlaşmış növlərin paralel mövcudluğu müşahidə olunur. Bu vəziyyət urbanizasiya təsirinin keçid xarakter daşdığını və ekosistemlərin tam deqradasiyaya uğramadığını göstərir. Mikrobioloji aktivliyin 0.62–0.80 intervalında olması torpağın qismən stabil funksional vəziyyətini saxladığını göstərir.

III zonada isə mikromisetlərin yüksək növ zənginliyi (85–110 növ) ekosistemlərin təbii vəziyyətə yaxın olduğunu göstərir. Bu ərazilərdə indikator növlərin, xüsusilə *Alternaria* və

Trichoderma cinslərinin üstünlük təşkil etməsi torpağın ekoloji sağlamlığının göstəricisidir. Yüksək mikrobioloji aktivlik (0.83–0.96) üzvi maddələrin intensiv parçalanmasını və biogeokimyəvi dövrlərin stabil şəkildə fəaliyyət göstərdiyini təsdiq edir.

Ümumilikdə nəticələr göstərir ki, urbanizasiya torpaq mikromisətlərinin strukturunu sadələşdirir, ekosistemlərin funksional dayanıqlığını zəiflədir və biomüxtəlifliyin azalmasına səbəb olur. Əksinə, təbii və yaşıllıq zonaları mikromisətlərin yüksək müxtəlifliyini qoruyaraq ekosistem sabitliyinin əsas təminatçısı rolunu oynayır.

Urbanizasiya prosesinin intensivləşməsi su və atmosfer ekosistemlərinin keyfiyyət göstəricilərinə birbaşa təsir göstərən əsas antropogen amillərdən biridir. Şəhər mühitində sənaye müəssisələrinin fəaliyyəti, nəqliyyat emissiyaları, məişət tullantılarının artması və yaşıllıq sahələrinin azalması nəticəsində həm hidrosfer, həm də atmosfer komponentlərində ciddi kimyəvi və fiziki dəyişikliklər baş verir. Bu dəyişikliklər ekosistemlərin funksional sabitliyini zəiflədir, bioloji müxtəlifliyi azaldır və ekoloji tarazlığın pozulmasına gətirib çıxarır. Xüsusilə azot və fosfor birləşmələrinin su hövzələrində artması eutrofikasiya prosesini sürətləndirir, atmosferdə isə PM2.5 və PM10 kimi toz hissəciklərinin yüksəlməsi insan sağlamlığı və bitki örtüyü üçün risk yaradır.

Cədvəl 3.

Su və hava keyfiyyət göstəriciləri

Zona	Nitrat (mg/L)	Fosfat (mg/L)	PM2.5 (µg/m ³)	PM10 (µg/m ³)	Ekoloji vəziyyət
I zona	42–68	2.8–4.6	52–78	80–120	Yüksək çirklənmə
II zona	20–35	1.0–2.0	30–50	55–85	Orta çirklənmə
III zona	7–14	0.2–0.7	10–18	20–40	Yaxşı ekoloji vəziyyət

Aparılmış analizlər göstərir ki, su ekosistemlərinin keyfiyyəti urbanizasiya dərəcəsi ilə tərs mütənəsbidir. I zonada (sənaye və yüksək nəqliyyat yüklənməsi olan ərazilər) nitrat (42–68 mg/L) və fosfat (2.8–4.6 mg/L) konsentrasiyalarının yüksək olması eutrofikasiya prosesinin intensivliyini göstərir. Bu proses su hövzələrində fitoplanktonun həddindən artıq inkişafına səbəb olur və nəticədə oksigen çatışmazlığı (hipoksiya) yaranır. Hipoksik şərait hidrobioloji müxtəlifliyin azalmasına və trofik zəncirin pozulmasına gətirib çıxarır.

II zonada göstəricilər orta səviyyədədir və bu, urban təsirin qismən stabil olduğu keçid ekosistemlərini əks etdirir. Bu ərazilərdə su hövzələri tam deqradasiyaya uğramamış, lakin antropogen yüklənmənin təsiri artıq müşahidə olunur. Bu vəziyyət ekosistemlərin adaptasiya mərhələsində olduğunu göstərir.

III zonada isə su keyfiyyəti göstəriciləri xeyli yaxşıdır. Nitrat və fosfat konsentrasiyalarının aşağı olması (7–14 mg/L və 0.2–0.7 mg/L) su ekosistemlərinin təbii balansını qoruduğunu göstərir. Bu ərazilərdə eutrofikasiya riski minimaldır və hidrobioloji müxtəliflik daha stabil saxlanılır.

Atmosfer göstəricilərinə nəzər saldıqda, I zonada PM2.5 və PM10 hissəciklərinin yüksək səviyyədə olması sənaye emissiyaları və avtomobil nəqliyyatının intensivliyini təsdiq edir. Bu çirklənmə həm insan sağlamlığına, həm də bitki örtüyünün fizioloji proseslərinə mənfi təsir göstərir. II zonada çirklənmə orta səviyyədədir, III zonada isə hava keyfiyyəti daha yaxşıdır və ekoloji şərait nisbətən stabildir.

Ümumilikdə nəticələr göstərir ki, urbanizasiya su və hava ekosistemlərinin keyfiyyətini ciddi şəkildə pisləşdirir, lakin yaşıllıq zonaları və təbii ərazilər bu təsiri qismən yumşaldaraq ekoloji balansın qorunmasında mühüm rol oynayır.

Urbanizasiya prosesinin intensivləşməsi ekosistemlərin biotik komponentlərinə, xüsusilə bitki və mikroorqanizm qruplarının növ tərkibinə və ümumi biomüxtəliflik səviyyəsinə kompleks şəkildə təsir göstərir. Şəhər mühitində artan antropogen yüklənmə, yaşayış və sənaye sahələrinin genişlənməsi, yaşıllıq zonalarının azalması və ekoloji parçalanma (fragmentasiya) nəticəsində təbii ekosistemlər

tədricən sadələşir və növ müxtəlifliyi azalır. Bu proses ekosistemlərin struktur sabitliyini zəiflədir və onların özünübərpa potensialını məhdudlaşdırır.

Cədvəl 4.

Növ müxtəlifliyinin müqayisəsi

Zona	Bitki və mikroorqanizmlərin növ sayı	Ekoloji status
I zona	30–50	Aşağı biomüxtəliflik
II zona	55–80	Orta biomüxtəliflik
III zona	85–110	Yüksək biomüxtəliflik

Aparılmış tədqiqatın nəticələri göstərir ki, biomüxtəliflik göstəriciləri urbanizasiya gradienti boyunca kəskin və sistemli şəkildə dəyişir. I zonada (yüksək sənaye və nəqliyyat təsirinə məruz qalan ərazilər) bitki və mikroorqanizm növ zənginliyinin aşağı olması ekosistemlərin ciddi antropogen təzyiq altında olduğunu göstərir. Bu zonada növ sayı 30–50 intervalında dəyişir ki, bu da ekoloji mühitin sadələşdiyini və yalnız stresə davamlı sinantrop növlərin üstünlük təşkil etdiyini təsdiqləyir. Belə şəraitdə ekosistemlərin funksional əlaqələri zəifləyir, trofik şəbəkələr daralır və bioloji sabitlik azalır.

II zonada biomüxtəliflik göstəriciləri orta səviyyədədir (55–80 növ). Bu ərazilər keçid xarakterli ekosistemlər kimi qiymətləndirilir və burada həm təbii, həm də antropogen təsirlərə uyğunlaşmış növlər paralel şəkildə mövcuddur. Bu vəziyyət ekosistemlərin tam deqradasiyaya uğramadığını, lakin davamlı urban təsir altında transformasiya prosesində olduğunu göstərir. Ekoloji statusun “orta biomüxtəliflik” kimi qiymətləndirilməsi bu zonaların həm risk, həm də potensial bərpa zonaları olduğunu ortaya qoyur.

III zonada isə biomüxtəliflik maksimum səviyyəyə yaxın göstəricilər nümayiş etdirir (85–110 növ). Bu ərazilərdə ekoloji şərait daha stabil, antropogen təsir isə minimaldır. Nəticədə bitki örtüyü və mikrobioloji komponentlər arasında yüksək növ müxtəlifliyi qorunur. Bu zonalar ekosistemlərin təbii vəziyyətini əks etdirərək “ekoloji dayanıqlıq zonaları” kimi çıxış edir və urban mühit üçün mühüm bioloji refugium rolunu oynayır.

Alınan nəticələr biomüxtəliflik və urbanizasiya arasında güclü mənfi korrelyasiyanın mövcud olduğunu təsdiq edir. Urbanizasiya dərəcəsi artdıqca növ zənginliyi azalır, ekosistemlər homogenləşir və bioloji sabitlik zəifləyir. Əksinə, təbii və yaşıllıq zonalarında yüksək biomüxtəliflik ekosistemlərin davamlılığını və ekoloji tarazlığın qorunmasını təmin edən əsas amil kimi çıxış edir.

Aparılmış tədqiqatın ümumiləşdirilmiş nəticələri göstərir ki, urbanizasiya prosesləri ekosistemlərin bütün struktur və funksional komponentlərinə kompleks, çoxsahəli və qarşılıqlı əlaqəli təsir göstərir. Şəhər mühitində sənaye istehsalının genişlənməsi, nəqliyyat intensivliyinin artması, məişət və texnogen tullantıların çoxalması, eləcə də yaşıllıq sahələrinin azalması nəticəsində ekosistemlərdə ciddi antropogen transformasiyalar baş verir. Bu transformasiyalar torpaq, su və atmosfer mühitlərinin çirklənmə səviyyəsinin yüksəlməsi ilə yanaşı, bioloji müxtəlifliyin azalması və ekoloji sistemlərin funksional zəifləməsi ilə xarakterizə olunur.

Əldə olunan nəticələr göstərir ki, torpaq ekosistemlərində ağır metal çirklənməsinin artması, humus qatının azalması və mikromiset populyasiyalarının strukturunun sadələşməsi biogeokimyəvi dövrlərin pozulmasına səbəb olur. Su ekosistemlərində nitrat və fosfat birləşmələrinin artması eutrofikasiya prosesini gücləndirir, bu isə oksigen rejiminin pozulmasına və hidrobioloji müxtəlifliyin azalmasına gətirib çıxarır. Atmosfer mühitində isə PM2.5 və PM10 hissəciklərinin yüksək konsentrasiyası həm insan sağlamlığı, həm də bitki örtüyünün fizioloji fəaliyyəti üçün ciddi risk yaradır.

Biomüxtəliflik göstəricilərinin urbanizasiya gradienti üzrə azalması ekosistemlərin homogenləşməsini təsdiq edir. Xüsusilə mikromisetlərin növ müxtəlifliyinin azalması torpaq ekosistemlərində üzvi maddələrin parçalanma sürətinin zəifləməsinə və qida maddələrinin dövrəndə disbalansa səbəb olur. Bu isə ekosistemlərin özünübərpa qabiliyyətini məhdudlaşdıraraq uzunmüddətli ekoloji deqradasiya riskini artırır.

Eyni zamanda tədqiqat nəticələri göstərir ki, yaşıllıq zonaları və nisbətən təbii ərazilər urban ekosistemlərində mühüm ekoloji sabitləşdirici rol oynayır. Bu zonalar biomüxtəlifliyin qorunması üçün refugium funksiyası daşıyır və həm flora, həm də mikrobiota üçün stabil yaşayış mühiti təmin edir. Onlar ekoloji balansın saxlanılmasında, karbon udulmasında, hava keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasında və torpaq regenerasiyasında mühüm rol oynayır.

Nəticə etibarilə, urbanizasiya şəraitində ekoloji sistemlərin davamlılığının təmin olunması üçün kompleks yanaşmaların tətbiqi zəruridir. Bu yanaşmalara ekoloji monitoring sistemlərinin gücləndirilməsi, yaşıllıq sahələrinin genişləndirilməsi, sənaye emissiyalarının azaldılması və davamlı şəhər planlaşdırma prinsiplərinin tətbiqi daxildir. Belə tədbirlər ekosistemlərin sabitliyinin qorunmasına, biomüxtəlifliyin saxlanılmasına və urban mühitdə ekoloji təhlükəsizliyin təmin edilməsinə xidmət edir.

Nəticə. Aparılmış tədqiqatın nəticələri göstərir ki, urbanizasiya prosesi ekosistemlərin bütün komponentlərinə torpaq, su, hava və biotik örtüyə sistemli və dərin təsir göstərən əsas antropogen amillərdən biridir. Urbanizasiya gradienti üzrə aparılmış müqayisəli analizlər ekoloji sistemlərin struktur və funksional xüsusiyyətlərində aydın fərqlərin mövcud olduğunu sübut etmişdir.

Birinci növbədə müəyyən edilmişdir ki, yüksək urbanizasiya və sənaye təsiri olan ərazilərdə (I zona) torpaq ekosistemlərində ağır metal çirklənməsi maksimum səviyyəyə çatır, humus miqdarı isə minimum həddə enir. Bu vəziyyət torpağın bioloji məhsuldarlığının zəifləməsinə və mikrobioloji aktivliyin aşağı düşməsinə səbəb olur. Eyni zamanda su və hava mühitində çirklənmə göstəricilərinin yüksək olması ekosistemlərin ümumi deqradasiyasını daha da gücləndirir.

İkinci olaraq, mikromisetlərin növ müxtəlifliyi urbanizasiya səviyyəsi ilə tərs mütənəsb əlaqə göstərmişdir. Belə ki, I zonadan III zonaya doğru keçdikcə növ zənginliyi artır, ekosistemlər daha stabil və təbii xarakter alır. Mikromisetlərin azalması torpaqda üzvi maddələrin parçalanma proseslərini zəiflədir və biogeokimyəvi dövrlərin pozulmasına gətirib çıxarır.

Üçüncü mühüm nəticə ondan ibarətdir ki, biomüxtəliflik göstəriciləri urbanizasiya artdıqca azalır və ekosistemlər getdikcə homogenləşir. Bu proses ekoloji dayanıqlığın zəifləməsinə, trofik əlaqələrin sadələşməsinə və ekosistem funksiyalarının məhdudlaşmasına səbəb olur.

Eyni zamanda müəyyən edilmişdir ki, nisbətən təbii və yaşıllıq zonaları (III zona) ekosistem sabitliyinin qorunmasında mühüm rol oynayır. Bu ərazilər biomüxtəlifliyin saxlanılması üçün refugium funksiyasını yerinə yetirir və urban mühitdə ekoloji balansın qorunmasına xidmət edir.

Ümumilikdə nəticələr göstərir ki, urbanizasiya və biomüxtəliflik arasında güclü mənfi korrelyasiya mövcuddur. Ekosistemlərin davamlılığının təmin edilməsi üçün yaşıllıq sahələrinin genişləndirilməsi, sənaye çirklənməsinin azaldılması, ekoloji monitoring sistemlərinin təkmilləşdirilməsi və davamlı şəhər planlaşdırılması strategiyalarının tətbiqi zəruridir.

Tədqiqat işinin yeniliyi. Aparılmış tədqiqat işinin elmi yeniliyi urbanizasiya şəraitində ekoloji sistemlərin transformasiyasının kompleks şəkildə torpaq, su, hava və bioloji komponentlərin eyni model daxilində integrativ təhlil olunması ilə xarakterizə olunur. Əvvəlki tədqiqatlardan fərqli olaraq, bu işdə yalnız ayrı-ayrı ekoloji göstəricilər deyil, urbanizasiya gradienti üzrə bütün ekosistem komponentləri arasında qarşılıqlı əlaqə və korrelyativ asılılıqlar sistemli şəkildə qiymətləndirilmişdir.

Tədqiqatın əsas yeniliklərindən biri mikromiset göbələklərinin urbanizasiya təsirinə həssas bioindikator kimi kompleks şəkildə araşdırılmasıdır. Mikromisetlərin növ tərkibi, dominant cinsləri və mikrobioloji aktivlik indeksinin şəhər mühitinin çirklənmə səviyyəsi ilə əlaqəsi müqayisəli şəkildə analiz edilmiş və onların ekosistem sağlamlığının etibarlı göstəricisi olduğu sübut edilmişdir.

Digər mühüm yenilik urbanizasiya zonalarının (yüksək sənaye təsiri, orta urbanizasiya və təbii yaşıllıq zonaları) vahid ekoloji model çərçivəsində müqayisəli qiymətləndirilməsidir. Bu yanaşma ekosistemlərin transformasiya mərhələlərini ardıcıl şəkildə izləməyə və deqradasiya–bərpa proseslərini elmi əsaslarla izah etməyə imkan vermişdir.

Eyni zamanda, tədqiqatda biomüxtəliflik göstəricilərinin (bitki və mikrob növləri) urbanizasiya dərəcəsi ilə riyazi-müqayisəli əlaqəsi müəyyən edilmiş, ekosistem homogenləşməsinin kəmiyyət

göstəriciləri təqdim olunmuşdur. Bu, şəhər ekosistemlərinin funksional dəyişmələrinin daha dəqiq qiymətləndirilməsinə şərait yaratmışdır.

Ümumilikdə, tədqiqatın yeniliyi onun integrativ ekoloji yanaşmaya əsaslanması, mikromisətlərin bioindikator kimi istifadəsi və urbanizasiya gradienti üzrə kompleks ekosistem modelinin qurulması ilə müəyyən edilir.

Tədqiqat işinin tətbiqi əhəmiyyəti. Aparılmış tədqiqatın tətbiqi əhəmiyyəti urbanizasiya şəraitində ekoloji sistemlərin vəziyyətinin qiymətləndirilməsi, biomüxtəlifliyin qorunması və davamlı şəhər inkişafı strategiyalarının formalaşdırılması baxımından mühüm praktik nəticələr verir. Tədqiqatın nəticələri şəhər ekosistemlərinin monitorinqi və idarə olunması üçün elmi əsaslı məlumat bazası kimi istifadə oluna bilər.

Əldə olunan nəticələr, ilk növbədə, ekoloji monitorinq sistemlərinin təkmilləşdirilməsində tətbiq oluna bilər. Torpaq, su və hava göstəricilərinin kompleks şəkildə qiymətləndirilməsi şəhər ərazilərində çirklənmə səviyyəsinin operativ müəyyən edilməsinə və risk zonalarının xəritələşdirilməsinə imkan yaradır. Bu, ekoloji idarəetmədə daha effektiv qərarların qəbul edilməsini təmin edir.

Tədqiqatın mühüm tətbiq sahələrindən biri də yaşıllıq zonalarının planlaşdırılması və genişləndirilməsidir. Biomüxtəliflik göstəricilərinin urbanizasiya gradienti üzrə təhlili göstərir ki, təbii və rekreasiya əraziləri ekosistem sabitliyinin qorunmasında əsas rol oynayır. Buna görə də şəhərsalma layihələrində bu zonaların qorunması və artırılması ekoloji dayanıqlığın təmin edilməsi üçün praktik əsas kimi çıxış edir.

Eyni zamanda, mikromisət göbələklərinin bioindikator kimi istifadəsi su, torpaq və hava keyfiyyətinin qiymətləndirilməsində yeni yanaşma kimi tətbiq oluna bilər. Onların növ tərkibi və mikrobioloji aktivlik göstəriciləri çirklənmə səviyyəsinin erkən diaqnostikası üçün etibarlı bioloji indikator funksiyasını yerinə yetirir.

Tədqiqatın nəticələri həmçinin ekoloji təhsil və maarifləndirmə sahəsində də əhəmiyyətlidir. Urbanizasiya və biomüxtəliflik arasındakı əlaqənin elmi əsaslarla izahı ictimai ekoloji şüurun artırılmasına və ətraf mühitin qorunmasına yönəlmiş davranışların formalaşmasına töhfə verir.

Ümumilikdə, bu tədqiqatın tətbiqi əhəmiyyəti ekoloji planlaşdırma, şəhərsalma, ətraf mühitin monitorinqi və biomüxtəlifliyin qorunması sahələrində geniş istifadə potensialına malik olması ilə müəyyən edilir.

Tədqiqat işinin iqtisadi səmərəsi. Aparılmış tədqiqatın iqtisadi səmərəsi ekoloji risklərin vaxtında aşkarlanması və qarşısının alınması nəticəsində mümkün iqtisadi itkilərin azaldılması ilə bağlıdır. Torpaq, su və hava çirklənməsinin erkən müəyyən edilməsi kənd təsərrüfatı məhsuldarlığının qorunmasına, su ehtiyatlarının səmərəli idarə olunmasına və şəhər ekosistemlərinin davamlılığının təmin edilməsinə şərait yaradır.

Mikromisətlərin bioindikator kimi istifadəsi ekoloji monitorinq xərclərini azaldaraq daha çevik və iqtisadi baxımdan səmərəli nəzarət sistemi formalaşdırır. Yaşıllıq zonalarının qorunması isə enerji sərfiyyatının azalmasına, səhiyyə xərclərinin optimallaşmasına və ümumi sosial-iqtisadi faydaların artmasına xidmət edir.

Ümumilikdə, tədqiqat ekoloji idarəetmədə xərclərin azaldılması və uzunmüddətli iqtisadi səmərənin artırılması baxımından əhəmiyyətlidir.

ƏDƏBİYYAT

1. Balaxanova, Q.V. Yaşayış binalarında məskunlaşan göbələklərin törətdiyi patologiyaları və onların sağlamlığa təsiri/ADPU Xəbərləri, -2020, c.68, № 3, s.73-83
2. Baxşəliyeva, K.F. Azərbaycanda yayılan toksigen göbələklərin ekobioloji xüsusiyyətləri/b.e.d. dissertasiyasının avtoreferatı/-Bakı, 2017, -45s.
3. Əliyeva, Ş.T. Şəki şəhərinin müxtəlif təyinatlı binalarının mikrobiotasının müqayisəli xarakteristikası/b.ü.f.d. dissertasiyanın avtoreferatı/-Bakı, 2012, -24s.

4. Əsədova, Ş.F. Bakı şəhərinin atmosfer havasının mikobiotasının taksonomik quruluşu və şərti patogenlərin ekologiyası/b.ü.f.d.dissertasiyanın avtoreferatı/- Bakı, 2016, -24s.
5. Mikrobiologiya İnstitutunun elmi əsərləri. - Bakı, -2017. c.15, №1, -s.288-294.
6. İbrahimov, E.A. Aspergillus cinsinə aid kliniki və təbii şammların müqayisəli ekobiologiyasının tədqiqi. /b.ü.f.d. dissertasiyasının avtoreferatı/-Bakı, 2017, - 24s.
7. Məmmədova, F.R. Abşeronda yayılmış bəzi fitopatogen göbələklərin hidrolitik fermentlərinin patogenez prosesində rolu/b.ü.f.d. dissertasiyanın avtoreferatı/ - Bakı, 2014, -23s.
8. Mammadova, U. (2011). Ecological estimation of forest soils in Azerbaijan. *Journal of Ecology and the Natural Environment*, 3(5), 181–185. <https://doi.org/10.5897/JENE.9000041> (<http://www.academicjournals.org>)
9. Najafova, S. I., & Bagirova, C. Z. (2025). Microorganisms of the nitrogen cycle in technogenically polluted urban soils. *Agricultural Chemistry*, 5, 96–100. <https://doi.org/10.31857/S0002188125050124> ([Russian Clinical Laboratory Diagnostics](http://RussianClinicalLaboratoryDiagnostics.com))
10. Najafova, S. I., & Ismayilov, N. M. (2024). Screening of hydrocarbon-degrading microorganisms from Baku urban soils. *Agricultural Chemistry*, 6, 66–70. <https://doi.org/10.31857/S0002188124060098> ([RCSI Journals Platform](http://RCSIJournalsPlatform.com))
11. Luo, S., Han, J., Chen, R., et al. (2024). Impact of socioeconomic factors on soil-borne animal pathogenic fungi in urban greenspaces. *Nature Cities*, 1, 406–412. <https://doi.org/10.1038/s44284-024-00073-1>

UDC 574

**TRANSFORMATION OF ECOLOGICAL SYSTEMS UNDER URBANIZATION
CONDITIONS AND PROBLEMS OF BIODIVERSITY CONSERVATION**

Gumru Vasif Balakhanova
Azerbaijan State Pedagogical University
[19 bq 91@mail.ru](mailto:19_bq_91@mail.ru)

Summary. The present study comprehensively investigates the transformation of ecological systems and the challenges of biodiversity conservation under conditions of urbanization. The research was conducted in areas with different levels of urbanization within Baku City and the Absheron Peninsula, where the condition of soil, water, air, and biological components was comparatively assessed. The study areas were classified into three categories according to the intensity of anthropogenic impact: highly urbanized zones, moderately urbanized zones, and relatively natural zones.

The results of the analyses revealed that increasing urbanization leads to higher concentrations of heavy metals in soil ecosystems, a reduction in humus content, and a decline in microbiological activity. Furthermore, elevated levels of nitrate and phosphate compounds in aquatic ecosystems accelerate eutrophication processes, while increased concentrations of particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀) in the atmosphere negatively affect environmental quality indicators.

The findings demonstrated that the species diversity of micromycete fungi and vegetation cover decreases along the urbanization gradient. In areas exposed to intensive anthropogenic pressure, stress-tolerant synanthropic species predominated, whereas relatively natural zones exhibited higher species richness and microbiological activity. These results confirm the crucial role of biodiversity in maintaining ecosystem resilience and functional stability.

The study also established that green spaces and natural landscapes play a significant role in preserving biodiversity, maintaining ecological balance, and mitigating anthropogenic impacts within

urban ecosystems. The obtained results provide a scientific basis for improving environmental monitoring systems, expanding green infrastructure, and developing sustainable urban planning strategies under conditions of rapid urbanization.

Keywords: urbanization, ecological systems, biodiversity, micromycete fungi, soil ecosystems, anthropogenic impact, environmental monitoring, ecosystem transformation, urban ecosystems, environmental protection.

УДК 574

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗАЦИИ И ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

Гумру Васиф Балеханова

Азербайджанский Государственный Педагогический Университет

19_bq_91@mail.ru

Резюме. В данной научной работе комплексно исследованы процессы трансформации экологических систем и проблемы сохранения биоразнообразия в условиях урбанизации. Исследование проведено на территориях города Баку и Апшеронского полуострова с различным уровнем урбанизации, где в сравнительном аспекте были оценены состояние почвенных, водных, атмосферных и биологических компонентов окружающей среды. Исследуемые территории были разделены на три группы в зависимости от интенсивности антропогенного воздействия: зоны высокой урбанизации, зоны средней урбанизации и относительно природные территории.

Результаты проведённых анализов показали, что увеличение степени урбанизации приводит к росту содержания тяжёлых металлов в почвенных экосистемах, снижению запасов гумуса и уменьшению микробиологической активности. Одновременно повышение концентрации нитратов и фосфатов в водных объектах способствует ускорению процессов эвтрофикации, а увеличение концентрации взвешенных частиц PM_{2.5} и PM₁₀ в атмосферном воздухе ухудшает экологические показатели качества окружающей среды.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что видовое разнообразие микромицетов и растительного покрова снижается по мере усиления урбанизационного воздействия. В районах с высоким уровнем антропогенной нагрузки преобладают устойчивые к стрессовым условиям синантропные виды, тогда как в относительно природных зонах отмечаются более высокие показатели видового богатства и микробиологической активности. Это подтверждает важную роль биоразнообразия в обеспечении устойчивости и функциональной стабильности экосистем.

Установлено, что зелёные насаждения и природные ландшафты играют ключевую роль в сохранении биоразнообразия, поддержании экологического равновесия и снижении негативного воздействия антропогенных факторов в городских экосистемах. Результаты исследования создают научную основу для совершенствования систем экологического мониторинга, расширения зелёных зон и разработки стратегий устойчивого градостроительного развития в условиях интенсивной урбанизации.

Ключевые слова: урбанизация, экологические системы, биоразнообразие, микромицеты, почвенные экосистемы, антропогенное воздействие, экологический мониторинг, трансформация экосистем, городские экосистемы, охрана окружающей среды.

Redaksiyaya daxilolma: 20.05.2026

Çapa qəbul olunma: 19.06.2026



AZƏRBAYCANIN QƏRB REGIONUNDA YAYILMIŞ ACI YOVŞANDAN EFİR YAĞININ ALINMASININ TƏHLİLİ VƏ BƏZİ KEYFİYYƏTLƏRİNİN TƏYİN EDİLMƏSİ

Rəhimova A.A., Bədəlova N.M.-Y, Bayramova A.B., İsmayılova A.R., Həsənova A.S.,
Abdullayeva S.Q.

AETN Bioresurslar İnstitutu
Yağlar və məhləmlər laboratoriyası
Gəncə ş.,H.Əliyev pr.,419

AETN Ekologiya və təbii sərvətlər İnstitutu
Fiziki-kimyəvi analiz laboratoriyası

rəhimliaynurə16@gmail.ru, amea-2000@mail.ru, Afwanabayramli@gmail.com,
aybənizismayılova56@gmail.com, Augunhsnov4@gmail.com, amea-2000@mail.ru,
sedaqatqazanfar@mail.ru

Xülasə: Təqdim olunan elmi məqalənin konsepsiyası Azərbaycanın Qərb bölgəsində yayılmış acı yovşan bitkisindən efir yağının əldə olunması üsullarının araşdırılması olmuşdur. Efir yağının alınması üçün iki fərqli üsul - etanolla ekstraksiya və distillyasiya tətbiq edilmiş və alınmış məhsulun fiziki-kimyəvi göstəriciləri təyin edilmişdir.

Aparılan analizlər göstərmişdir ki, metodların kombinasiyası efir yağının daha səmərəli şəkildə ayrılmasına imkan verir. Müəyyən edilmiş göstəricilər mövcud standartlara uyğundur və alınmış məhsulu müalicəvi məqsədlərlə dəriyə qulluq vasitələrdə istifadəsi nəzərdə tutulmuşdu.

Elmi-tədqiqat işinin davamı olaraq alınmış son məhsulu lasyon əsası kimi istifadə edərək dəriyə qulluq üçün lasyonun işçi qarışıqları hazırlanmışdır.

Azərbaycanın Qərb bölgəsinin torpaq münbitliyi, günəşli günlərinin sayının kifayət qədər olması, xam torpaqların yağış suların miqdarının kənar suvarmaya ehtiyac olmaması və bu kim amillər yerli yabanı bitkilərin daxilində bioloji-aktiv maddənin yüksək keyfiyyətinin olmasını təmin edir.

Açar sözlər: efir yağı, ekstraksiya, distillə, sıxlıq

Giriş. Azərbaycanda efiryağlı bitkilərin sayı 800-dən çoxdur, bunlardan yabanı müalicəvi əhəmiyyətliləri az deyil, acı yovşan (*Artemisia absinthium* L.) bunlara aiddir [4,6,11]. Acı yovşan çoxillik yarımkol bitkidi, Asteraceae fəsiləsinə daxildir, Gəncə-Daşkəsən ərazisində yayılan bu bitkinin bütün hissələri sıx, iynəyəbənzər tüklərlə örtüldüyü üçün ona xarakterik gümüşü-boz rəng verir. Çəmənləklərdə, su hövzələrinə yaxın ərazilərdə və yaşayış məntəqələrinin ətrafına yayılmış olur. Dərman bitkisi olduğu üçün min illərdir ki, təbabətdə mühüm yer tutur, bu bitkinin tibbi istifadəsi olduqca genişdir. Adı çəkilən dərman bitkisini şərəbçilikdə, qənnadı məmulatların hazırlanmasında istifadə olunması da nəzərdə tutulmuşdu [1,4,7].

Bu bitkiyə el arasında “insan peyki” deyilir. Acı yovşan çox plastik növdür, tədqiqatlar göstərir ki, eyni genotip müxtəlif torpaq-iqlim şəraitində əkildikdə fərqli fenotiplər verir. Bu o, deməkdir ki, toxumlar eyni mənbədən götürülsə belə, məhz yerli torpaq xüsusiyyətləri və insolyasiyası (günəş radiasiyası) səbəbindən Gəncə ətrafında bitən acı yovşandan əldə edilən yağın tərkibi məsələn, Mərkəzi Avropada yayılan yovşandan alınan yağın tərkibindən fərqlənəcəkdir [2,3,9]. Qeyd ediləndən başqa, Azərbaycan və Avropadan olan yovşan efir yağları arasında bir sıra fərq mövcuddur. Baxmayaraq ki, bu eyni botaniki növdür, onların kimyəvi tərkibi, yəni xemotipi-iqlimdən, torpağın tərkibindən və dəniz səviyyəsinin hündürlüyündən asılı olaraq dəyişir. Tərkibində acı maddələr, fenolik birləşmələr və efir yağı mövcuddur [7]. Qeyd etmək lazımdır ki, efir yağlı bitkilərin ümumləşdirən bir xüsusiyyəti

var ki, orta dərəcədə kasıb torpaq və ya yüngül rütubət çatışmazlığı çox vaxt ikinci dərəcəli metabolit yaranmasına gətirib çıxardır. Bundan başqa, yüngül stress şəraitində yovşan müdafiə mexanizmi olaraq daha çox efir yağı istehsal etməyə başlayır [2].

Efir yağları mürəkkəb tərkibli, yüksək bioloji aktivliyə malik uçucu üzvi birləşmələrdir. Onların tərkibi çoxkomponentli olduğu üçün struktur analizləri müəyyən çətinliklər yaradır. Bu səbəbdən efir yağlarının alınma üsullarının optimallaşdırılması aktual elmi məsələlərdən biridir [8].

Efir yağının əsas komponentlərinə tuyo və digər terpenoid birləşmələr daxildir. Bu maddələr ödqovucu, həzmi stimullaşdırıcı və insektisid təsirlərə malikdir. Acı yovşanın Azərbaycan populyasiyalarının öyrənilməsi tez-tez aşağı tərkibikli tuyo ilə yaxud sabinen və ya ketonlar kimi digər komponentlərin üstünlük təşkil etdiyi xemotiplərin mövcudluğunu göstərir. Azərbaycanın Qərb bölgəsində yetişən növlərində efir yağının miqdarı çox vaxt 0,5%-2% arasında dəyişir, və bu növün tərkibində xamazulen maddəsi müşahidə olunur [11,12]. Bu maddənin əmələ gəlməsi də fərqlidir, yüksək temperatur və təzyiq nəticəsində bir maddəyə parçalanır və bunu matris adlandırırlar. Xamazulenin insan organizminə bir sıra təsirləri var – iltihab proseslərini müsbət tərəfə dəyişir, sərbəst radikalları zərərləşdirir. Xamazulen farmakologiya, kosmetologiya kimi sahələrdən başqa aromaterapiyada geniş istifadə olunur [5,6,10].

Ekstraksiya və distillyasiya üsullarının kombinasiyası ilə alınan yerli acı yovşan efir yağının kosmetik vasitədə istifadə edilməsi hazırkı işimizin innovativ təklifidir, bu sahədə elmi-tədqiqat işləri və bununla əlaqəli olanlar növbəti elmi məqalədə açıqlanacaq.

Tədqiqat obyekti və metodikası. Tədqiqat üçün bitki xammalı Azərbaycanın Qərb bölgəsində Samux şəhərinin yol kənarından yay vaxtı toplanmışdı, laboratoriya şəraitində qurudulmuşdu, yarpaq və budaqları xırdalanmış təcrübədə istifadə olunmuşdur.

Efir yağının alınmasının iki mərhələsinin açıqlanması aşağıda göstərilmişdi.

1. Ekstraksiya mərhələsi

30,4 q qurudulmuş bitki materialı götürülmüşdür. Həllədiçi kimi 92 ml 95%-li etanol istifadə edilmişdir, ekstraksiya prosesi zamanı temperatur nəzarət altında saxlanılmışdır. Buxarlanma itkisini kompensasiya etmək üçün əlavə 17 ml ə etanol əlavə edilmişdir. Nəticədə 90 ml həcmində ekstrakt əldə edilmişdir.

2. Distillə mərhələsi.

Alınmış ekstrakt distillə olunmuş və 87,4 ml efir yağı tərkibli fraksiya alınmışdır, alınann son məhsulu ayırıcı qıf vasitəsilə tərkibində olan əlavə maddələrdən təmizləyirik.

Ümumi proses təxminən 1 saat 20 dəqiqə davam etmişdir.

Organoleptik xüsusiyyətlər. Ekstraksiya yolu ilə alınmış maye tünd-qəhvəyi rəngdə və bulanlıq olmuşdur, distillə nəticəsində əldə edilən məhsul isə şəffaf görünüşlüdür. Birinci prosesin son məhsulu rəng və şəffaflıqla fərqləndiyi üçün fotokolorimetrik analizinin nəticələrin əldə edilməsi qərara alınmışdı. Göstəricilərin təyin olunması laboratoriya şəraitində təcrübənin dərhal bitdikdən sonra, 20°C temperaturda aparılmışdı. Əsas göstəricilərdən əlavə olaraq alınan ekstraktın FEK nəticələri 1 sayılı cədvəldə, 2 sayılı cədvəldə isə 2-ci təcrübənin nəticəsində alınan son məhsulun əsas fiziki-kimyəvi göstəriciləri verilmişdir. 3-cü cədvəl isə distillə və ekstraksiya üsulları ilə alınan son məhsulların əsas göstəriciləri müqayisəli sürətdə təqdim edilmişdi.

Cədvəl 1

Acı yovşandan ekstraksiya ilə alınan efir yağının fiziki-kimyəvi göstəriciləri

Göstərici	Nəticə
Sıxlıq	0,888 q/sm ³
Şüasinmə əmsali	1,459
Quru maddə miqdarı	19,8%
Absorbsiya	1,222
pH göstəricisi	9,8
Dalğa uzunluğu	420 mm

Aparılan təcrübə göstərir ki, ekstraksiya və distillə üsullarının ardıcıl tətbiqi acı yovşandan efir yağının effektiv alınmasına imkan verir.

Efir yağının keyfiyyət göstəricilərdən biri yağlı iz buraxmamaqdır; bunun təyini üçün alınan efir yağlı maye ilə su hopdurma kağızı nəmləndirilir və quruduqdan sonra yoxlananda heç bir iz qalmamalıdır, ekstraksiya yolu ilə alınan efir yağının bu kimi keyfiyyətini yoxladıqda mənfi nəticə alınmışdı [11,12], eləcə də distillyasiyanın son məhsulu hopdurma kağızında yağlı iz buraxmamışdı.

Cədvəl 2

Distillə üsulu ilə acı yovşandan alınmış efir yağının əsas fiziki-kimyəvi göstəriciləri

Göstərici	Ölçü vahidi	Nəticə
Sıxlıq	q/sm ³	0,911
Şüasinma əmsalı	-	1,463
Brix (quru maddə miqdarı)	%	6
pH	-	5,6

Cədvəl 3

Ekstraksiya və distillə üsullarının son məhsulunun əsas fiziki--kimyəvi göstəricilərinin müqayisəsi

Göstərici	Ekstraksiya	Distillə	Standart göstəricilər
Sıxlıq,(q/sm ³)	0,888	0,911	0,890-0,921
Şüasinma əmsalı	1,459	1,463	1,441-1,463

Tədqiqatın nəticələrinin müzakirəsi və təhlili. Əldə olunan nəticələr göstərir ki , ekstraksiya mərhələsi bitki xammalından bioaktiv maddələrin maksimum çıxarılmasını təmin edir. Distillə mərhələsi isə efir yağının daha təmiz formada ayrılmasına şərait yaradır.Proseslərin biri-birinin tamamlanması alınan son məhsulun keyfiyyət baxımından üstünlüklərinin olduğunu sübut edir.

Ekstraksiya və distillə üsullarının son məhsulunun fiziki-kimyəvi analizinin göstəricilərinin müqayisəsi aşağıda açıqlanmışdı(cədvəl 3):

- Distillə üsulu ilə alınmış məhsulun sıxlıq göstəricisi standart intervala daxilindədir;
- Ekstraksiya üsulu ilə alınmış nümunədə sıxlıq bir qədər aşağı olsa da, sərhəd göstəriciyə yaxındı;
- Şüasına əmsalı hər iki üsul üzrə normativ çərçivəyə uyğundur.Bu nəticə efir yağının keyfiyyət baxımından qəbul edilə bilən səviyyədə olduğunu göstərir;

Acı yovşandan alınan efir yağının qeyd edilən keyfiyyət analizlərindən کنار müəyyən testlər də aparılır,bunlara spirtdə həllolunma kimi göstərici aiddir,laboratoriya şəraitində keçirilən bu analizin nəticəsini müsbət qiymətləndirmək olar.

Kosmetoloji profilin təyin edilməsi məhz kosmetoloji preparatlarda istifadə edilmə məqsədilə alınmış məhsul fiziki-kimyəvi parametrlərin standartları cavab verməsindən başqa fototoksiklik və dəri gərginliyi testləri aiddir. Bunların təyini məhz vizual və taktıl səviyyədə aparılır, həmin testin nəticələri perspektiv işlər üçün müsbət olmuşdur, xüsusilə ilə müalicəvi dəriyə qulluq preparatların hazırlanmasında mühüm rol oynayır [11,13].

Qeyd etməliyik ki,efir yağı alınmaqdan qısa müddət ərzində uyğun saxlanma şəraiti olmadığı üçün analiz və testlərdən keçməlidir.

NƏTİCƏ

Aparılmış elmi-tədqiqat işinin nəticələrinə yekunlaşdıraraq aşağıdakı qənaətlərə rast gəlinmişdir:

- 1.Azərbaycanın Qərb bölgəsində bitən acı yovşan (*Artemisia absinthium* L.) efir yağı ilə zəngindir;
- 2.Azərbaycanın Qərb regionunun iqlim şəraiti, torpaq münbitliyi və s.bu kimi amillər yerli acı yovşandan alınan efir yağının təsir etmə xassəsi başqa yerlərdə yayılanlardan fərqlənir;
- 3.Ekstraksiya və distillə üsullarının kombinasiyası efir yağının effektiv alınmasına imkan verir;
- 4.Acı yovşanın fiziki-kimyəvi göstəriciləri GOST və ISO standartlarının tələblərinə uyğundur;
- 5.Alınmış efir yağı müalicəvi kosmetik vasitələrin hazırlanmasında əsas komponent kimi istifadəsi təcrübələri aparılır.

TƏKLİFLƏR

Acı yovşanın efir yağı əsasında hazırlanan kosmetik lasyonun sınaqdan keçirilməsi üçün müvafiq qurumlara müraciət etmək;

Azərbaycanın Qərb bölgəsində yayılmış acı yovşan xemotipini kosmetoloji sənaye üçün xammal kimi mədəni sürətdə becərərək artırılmasının iqtisadi səmərənin olmasının ispat edilməsi elmi-tədqiqat işimizin bir qolu olaraq davam etdirmək məqsədə uyğundur;

ƏDƏBİYYAT

- 1.Azərbaycan bitki aləmi, akademik V.Əlizadənin redaktəsi ilə, (8 cild), Bakı-2011-ci il, VIII cild, səh.350-355
- 2.Azərbaycanın Milli Atlası, Bakı, Elm-2014, səh.21-34, 259-278, 68-84, 139-169;
- 3.Babayev M.P., Qurbanov P.A. Azərbaycanın torpaq təsnifatı. Bakı-2002, səh.72;
- 4.Əsgərov A. Azərbaycanın bitki aləmi, 2016, TEAS Press Nəşriyyatı, VIII cild, səh.254-255
- 5.İbadullayeva E.və A. Efir yağları və aromaterapiya., Elm -2007, səh.65-68
- 6.Məclumov F.Q. Dərman bitkiləri və onların faydaları, Bakı, Qanun, 2015, səh 5;
- 7.Акулич А. Полынь, полынь обыкновенная и полынь горькая, Екатеринбург-2021, Ридеро, стр.14-20, 39-64
- 8.Большая медицинская энциклопедия (в 30 томах) Эфирные масла Гл. ред. Б.П. Петровский, 3-е изд. М., «Советская энциклопедия», 1986-Т.28-с.340-344
- 9.[Ботанический словарь](#) / сост. [Н. И. Анненков](#). — СПб.: [Тип. Имп. АН](#), 1878, XXI с. 645
- 10.Войткевич С.А. Эфирные масла для парфюмерии и ароматерапии, Изд. Пищевая промышленность, Москва-1999, стр.199-203
- 11.Туманова Е. Энциклопедия эфирных масел. Рипол-Классик, 2014, с.5,10,13-14,17
- 12.<http://показателиэфирногомаслаполынигорькой/>
- 13.Google.az Циклопедия

UDC: 633.85; 547.913; 646.75

ANALYSIS OF ESSENTIAL OIL EXTRACTION FROM WORMWOOD (ARTEMISIA ABSINTUM L.) DISTRIBUTED IN THE WESTERN REGION OF AZERBAIJAN AND DETERMINATION OF SOME OF ITS QUALITY CHARACTERISTIC**Rahimova A.A., Badalova N.M.-Y., Bayramova A.B., Ismailova A.R., Həsənova A.S.,
Abdullayeva S.Q.****MSEA Institute of Bioresources
Laboratory of Balms and ointments****Gəncə ş., H.Əliyev pr., 419****MSEA Institute of Ecology və nature resources****Laboratory of physico-chemical analysis****rəhimliaynurə16@gmail.ru, amea-2000@mail.ru, Afwanabayramli@gmail.com,
aybənizismaylova56@gmail.com, Augunhsnov4@gmail.com, amea-2000@mail.ru,
sedaqatqazanfar@mail.ru**

Summary. This study investigates the extraction of essential oil from wormwood (*Artemisia absinthium* L.) growing in the western region of Azerbaijan and evaluates its physico-chemical properties. Two methods, namely ethanol extraction and distillation, were applied to obtain the essential oil. The obtained samples were analyzed based on key parameters such as density, refractive index, dry matter content, and pH.

The results showed that the combination of extraction and distillation methods enhances the efficiency of essential oil yield and improves product quality. The physicochemical indicators of the obtained oil were found to be within the acceptable limits of GOST and ISO standards. Comparative analysis revealed that distillation provided a product closer to standard density values, while extraction ensured better recovery of bioactive compounds.

Overall, the essential oil obtained from *Artemisia absinthium* demonstrates potential for application in cosmetic and pharmaceutical fields due to its favorable quality characteristics. Continue of research work is used final output as basis of lotion to prepare is work composition. To prepare to some variants of experience in laboratory conditions, only two of them is suitable for use.

Key words: distillation, extraction, density, quality

UDC: 633.85; 547.913; 646.75

АНАЛИЗ ПОЛУЧЕНИЯ ЭФИРНОГО МАСЛА ИЗ ПОЛЫНИ ГОРЬКОЙ, РАСПРОСТРАНЕННОЙ В ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ АЗЕРБАЙДЖАНА, И ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ЕГО КАЧЕСТВА**Рагимова А.А., Бадалова Н. М.-Я., Байрамова А. Б.****İsmaylova A.R., Гасанова А. С., Абдуллаева С. Г.****Институт Биоресурсов****Лаборатория Маз и бальзамы****город Гянджа, пр. Г.Алиева, 419****МНОА Институт Экологии и природных ресурсов****Лаборатория Физико-химического анализа****rəhimliaynurə16@gmail.ru, amea-2000@mail.ru, Afwanabayramli@gmail.com,
aybənizismaylova56@gmail.com, Augunhsnov4@gmail.com, amea-2000@mail.ru,
sedaqatqazanfar@mail.ru**

Резюме. В данном исследовании изучены способы получения эфирного масла из полыни горькой (*Artemisia absinthium* L.), произрастающего в Западном регионе Азербайджана, а также определены его физико-химические свойства. Для получения эфирного масла были применены два

метода : экстракция этанолом и дистилляция. Полученные образцы были проанализированы , основные показатели такие как плотность , коэффициент рефракции, а также дополнительные показатели такие как содержание сухого вещества, рН .

Результаты показали, что комбинация методов экстракции и дистилляции повышает качество и эффективность эфирного масла. Установлено, что физико-химические показатели полученной жидкости соответствуют требованиям стандартов GOST и ISO. Сравнительный анализ показал, что дистилляция обеспечивает показатели плотности, более близкие к нормативным значениям , так как экстракция способствует более полному извлечению биологически вещества. В целом, полученное эфирное масло из полыни горькой (*Artemisia absinthium*) благодаря своим качественным показателям имеет перспективы применения в косметической промышленности, а в данном случае рассматривается применение полученного продукта как базы для косметического лосьона для ухода за кожей лица.

Продолжением данной научной работы является разработка рабочих смесей по получению жидкостей для ухода за кожей. Следует отметить , что из нескольких рабочих смесей только две оказались пригодны для применения.

Ключевые слова: дистилляция ,экстракция , плотность ,качество

Redaksiyaya daxilolma: 21.05.2026

Çapa qəbul olunma: 19.06.2026



NANO LİF TEKNOLOGİYASININ TƏTBİQİ İLƏ TİBBİ PARÇA İSTEHSALI

Razil Tofiq oğlu Mirzəyev
Azərbaycan Texnologiya Universiteti
razil-mirze@mail.ru

Xülasə: *Tədqiqat işində tekstil sənayesində nano lif texnologiyalarının tətbiqi istiqamətində, müxtəlif maddələrin nanozərrəcikləri ilə işlənmiş bakterisid tekstil materiallarının hazırlanması və ağıllı lif strukturlarının formalaşdırılması sahəsində aparılmış elmi araşdırmaların nəticələri təqdim olunur. İşin əsas məqsədi yüksək gigiyenik göstəricilərə malik, eyni zamanda funksional xüsusiyyətlərə sahib innovativ tekstil materiallarının əldə olunması olmuşdur.*

Tədqiqat çərçivəsində elektroəyirmə üsulu ilə nano ölçülü lif strukturları hazırlanmış, onların səthi gümüş nanozərrəcikləri ilə modifikasiya edilmişdir. Gümüşün antimikrob xüsusiyyətləri nəzərə alınaraq, əldə olunan materialların bakterisid aktivliyi laborator şəraitdə qiymətləndirilmişdir. Nəticələr göstərmişdir ki, gümüşlə işlənmiş nano lif əsaslı tekstil nümunələri həm Gram-müsbət, həm də Gram-mənfi bakteriyalara qarşı yüksək inhibə zonası yaratmış, mikroorqanizmlərin inkişafını əhəmiyyətli dərəcədə azaltmışdır. Bu xüsusiyyətlər həmin materialların tibbi geyimlərdə, qoruyucu vasitələrdə, xəstəxana tekstilində və gigiyenik məhsullarda tətbiqini məqsəda uyğun edir.

Bununla yanaşı, tədqiqatda ağıllı lif (smart fiber) konsepsiyası əsasında funksional tekstil strukturlarının yaradılması istiqamətində də işlər aparılmışdır. Keçirici polimer komponentlərin və nanoölçülü doldurucuların lif strukturuna integrasiyası nəticəsində temperatur, rütubət və mexaniki gərginliyə həssas reaksiya verən tekstil nümunələri əldə edilmişdir. Belə liflər bədənə fizioloji parametrlərini monitorinq etməyə imkan verən sensor xüsusiyyətləri ilə seçilmişdir.

Aparılmış tədqiqatların nəticələri göstərir ki, nano lif texnologiyaları vasitəsilə həm antibakterial, həm də funksional xüsusiyyətlərə malik tekstil materiallarının hazırlanması mümkündür. Gümüşlə modifikasiya olunmuş bakterisid tekstillər gigiyenik təhlükəsizliyi təmin etdiyi halda, ağıllı lif strukturları tekstilin ənənəvi funksiyalarını genişləndirərək onu interaktiv və çoxfunksiyalı sistemə çevirir. Beləliklə, aparılan elmi iş nano lif əsaslı, antibakterial və ağıllı tekstil materiallarının sənaye miqyasında tətbiqi üçün perspektivli istiqamətlərin mövcud olduğunu təsdiqləyir və gələcəkdə daha davamlı, enerji effektivli və yüksək funksionallı tekstil məhsullarının hazırlanmasına zəmin yaradır.

Açar sözlər: *nanotekstillər, lifli materiallar, ağıllı liflər, gümüş nanozərrəcikləri, bakterisid tekstillər.*

Giriş. Nano-texnologiyanın tekstil sahəsində tətbiqi son illərdə xeyli inkişaf edib. Bu texnologiya çox kiçik ölçülü materialların (nanoliflər və nanoboyalar) istifadə olunması ilə tekstil liflərinin xüsusiyyətlərini artırır. Məsələn, nanoboya əlavə edərək parçaları suya və ləkəyə davamlı etmək, antibakterial xüsusiyyətlər qazandırmaq və ya ultrabənövşəyi (UV) şüalara qarşı qoruma təmin etmək mümkündür.

İlk dəfə bu cür tətbiqlər 2000-ci illərin əvvəllərində gündəmə gəlib. Məsələn, nanoboyalar və nanoliflər texnologiyaları ilə parçalar daha yüngül, daha möhkəm və daha funksional hala gətirilir. Eyni zamanda, bu texnologiya ətraf mühitə daha dost yaşama təmin edir, çünki kimyəvi maddələrin istifadəsini azaldır. Bu sahədə tədqiqatlar indi də davam edir və daha innovativ yanaşmalar üzərində işlənir.

Nano liflər müasir materialşünaslıq və tekstil texnologiyalarının ən perspektivli istiqamətlərindən biridir. Nano lif dedikdə diametri təxminən 1–1000 nanometr intervalında olan çox nazik liflər başa

düşülür. Müqayisə üçün qeyd etmək olar ki, insan saçının qalınlığı orta hesabla 50–100 mikrometrdır, yəni nano liflər saç telindən minlərlə dəfə nazıkdır. Bu qədər kiçik ölçü nano liflərə adi liflərlə müqayisədə tamamilə fərqli fiziki və kimyəvi xüsusiyyətlər qazandırır.[1]

Nano liflərin əsas istehsal üsullarından biri elektrospinning (elektroəyirmə) metodudur. Bu üsulda yüksək gərginlikli elektrik sahəsi vasitəsilə polimer məhlulundan və ya ərintisindən çox nazik liflər alınır. Nəticədə böyük səth sahəsinə və yüksək məsaməliliyə malik lif strukturu formalaşır. Məhz bu xüsusiyyətlər nano liflərin tekstil sənayesində geniş tətbiqinə səbəb olmuşdur.

Tekstil sahəsində istifadə olunan nano liflər əsasən sintetik və təbii mənşəli olmaqla iki əsas qrupa bölünür. Sintetik polimer əsaslı nano liflərə poliamid, poliester, poliuretan və poliakrilonitril kimi materiallar daxildir. Bu liflər yüksək mexaniki möhkəmliyi, elastikliyi və kimyəvi davamlılığı ilə seçilir. Onlar filtrasiya materiallarında, qoruyucu geyimlərdə, idman tekstilində və tibbi maskalarda geniş istifadə olunur. Xüsusilə filtrasiya sahəsində nano liflərin böyük səth sahəsi və məsaməli quruluşu toz, bakteriya və digər mikrohissəciklərin tutulmasında yüksək effektivlik təmin edir.

Təbii mənşəli nano liflərə sellüloza, xitozan və ipək əsaslı nano liflər aiddir. Bu liflər bioloji uyğunluq və ekoloji təhlükəsizlik baxımından üstünlük təşkil edir. Xitozan əsaslı nano liflər antibakterial xüsusiyyətə malikdir və tibbi sarğı materiallarında, yarasağaldıcı örtüklərdə istifadə olunur. Sellüloza nano liflər isə ekoloji təmiz və biodeqradasiya olunan material kimi dayanıqlı tekstil istehsalında mühüm rol oynayır.[2]

Nano liflərin ən mühüm üstünlüklərindən biri onların funksionallaşdırılma imkanlarının geniş olmasıdır. Lif strukturuna müxtəlif nano hissəciklər əlavə etməklə xüsusi xassələr əldə etmək mümkündür. Məsələn, gümüş nano hissəcikləri əlavə edilən nano liflər antibakterial xüsusiyyət qazanır. Karbon nanoboruları və ya keçirici polimerlər əlavə edildikdə isə elektrik keçiriciliyi təmin olunur. Bu isə ağıllı tekstil məmulatlarının – sensorlu geyimlərin, istilik tənzimləyən parçaların və enerji yığan materialların hazırlanmasına şərait yaradır.

Müasir tekstil sənayesində nano liflər bir neçə əsas istiqamətdə tətbiq olunur. Birincisi, tibbi tekstildir. Steril maskalar, cərrahi örtüklər, yara sarğıları nano lif texnologiyası əsasında hazırlanır. İkincisi, filtrasiya sistemləridir. Hava və su filtrlərində nano lif qatları yüksək effektivlik göstərir. Üçüncüsü, idman və gündəlik geyimlərdir. Nano lif əsaslı parçalar yüngül, nəfəsalan və gigiyenik olur. Dördüncüsü, müdafiə tekstilidir. Kimyəvi və bioloji təsirlərdən qoruyan xüsusi geyimlər nano lif texnologiyası ilə istehsal edilir.

Nano liflərin tekstildə tətbiqi həm də material sərfiyyatının azalmasına, məhsulun yüngülləşməsinə və funksional xüsusiyyətlərin artmasına səbəb olur. Bununla yanaşı, nano texnologiyaların tətbiqi istehsal xərclərinin müəyyən qədər artmasına səbəb olsa da, uzunmüddətli perspektivdə məhsulun keyfiyyətinin və rəqabət qabiliyyətinin yüksəlməsi bu xərcləri kompensasiya edir.[2,3]

Nəticə etibarilə, nano liflər tekstil sənayesində innovativ material kimi mühüm yer tutur. Onların yüksək səth sahəsi, məsaməli quruluşu, funksionallaşdırılma imkanı və mexaniki xüsusiyyətləri müasir tekstilin inkişafında yeni mərhələ formalaşdırır.

Nanoliflər, polimerlər, sensor liflər, elektrospinning. Son illərdə tekstil istehsalçıları nanotexnologiya tədqiqatçıları ilə səmərəli əməkdaşlıq edirlər. Uzunmüddətli əməkdaşlığın mövzusu olan əsas məhsul sözdə "ağıllı parça"dır. Tərtibatçılar müəyyən xüsusiyyətləri artırmaq üçün nanohissəcikləri parçaya daxil etməyin bir yolunu tapıblar.

İnkişaf etmiş ölkələr ənənəvi tekstil texnologiyalarını inkişaf etməkdə olan ölkələrə ötürərək, bu sahədən xeyli irəlidə olsalar da, ən qabaqcıl texnologiyaların - nano-, bio-, lazer, radiasiya və informasiya texnologiyalarının çox fəal və effektiv şəkildə tətbiqinə başlayıblar.

Bu gün Azərbaycan geyim, trikotaj və tekstil sənayesi aparıcı və dinamik inkişaf edən sənaye sahələrindən biridir. Dövlət Statistika Komitəsinin məlumatına görə, 2024-cü geyim istehsalı 24,7% artıb, ayaqqabı istehsalı isə 9,3% artıb. Son illərdə Tekstil sənaye istehsalının illik artımı təxminən 0,9% dir. Lakin, tekstil sənayesinin inkişafında aydın irəliləyişlər olsa da, ölkənin iqtisadi artımına verdiyi töhfə hələ də potensialından xeyli aşağıdır. Tekstil sənayesi hələ də tekstil və geyim-trikotaj

sənayesinin dinamik inkişafına mane olan bir sıra sistemli problemlərlə üzləşir. Azərbaycan üçün ən vacib strateji sahələrdən biri tekstil sənayesinin potensialının inkişaf etdirilməsidir. Ölkədə mövcud tekstil xammalından daha yüksək əlavə dəyərə malik hazır məhsulların səmərəli emalı və istehsalı üçün hər cür imkan var. Lakin, digər inkişaf etməkdə olan tekstil ölkələri ilə müqayisədə sənaye texnoloji cəhətdən daha az inkişaf etmiş və buna görə də xarici investisiyalar üçün cəlbedici deyil.[4]

Nanotexnologiyanın tətbiqinin ən maraqlı sahələrindən biri pambıq, kətan, ipək, yun, viskoza və digər hidrofilya materiallardan hazırlanmış parça, sap və iplik kimi tekstil lifli materiallarının istehsalıdır. Bu materiallar bakteriyaların və digər mikroorqanizmlərin böyüməsinin qarşısını almaq, məhv etmək və ya inhibə etmək üçün kimyəvi maddələr kimi istifadə edilən antibakterial (bakterisid) maddələr ehtiva edir.

Gümüşlə işlənmiş gündəlik istifadə üçün bakterisid tekstil məhsulları hazırda sertifikatlaşdırma və seriyalı istehsal mərhələsindədir. Gümüş insan orqanizmi üçün ən güclü təbii antiseptikdir və 700-dən çox növ patogen mikroorqanizm, göbələk, bakteriya və virusu məhv edir.

Material və mülahizələr. 2014-cü ildə "Respublika ixtisaslaşmış dermatologiya və venerologiya elmi və praktik tibb mərkəzi"ndə aparılan klinik sınaqlar sübut etdi ki, istehsal olunan gümüş nanopartikül məhlulları iltihabi dəri xəstəliklərində, xüsusən də kontakt dermatit, mikoz, ekzema və digərlərində faydalıdır.[5,6]

"Ağıllı liflərin" inkişafı iki istiqamətdə irəliləyir: intellektual və koloristik. Koloristik istiqamət tamamilə yeni hərbi kamuflaj növlərinin inkişafı və qeyri-adi rəng effektləri olan geyimlər təklif edən modanın inkişafı ilə bağlıdır. Bunlar fotokrom, termokrom və hidrokrom boyaların istifadəsindən ibarətdir. Beləliklə, bu boyalarla boyanmış parçalar, buqələmunlar kimi, suya, istiliyə və işığa məruz qaldıqda rəngini asanlıqla dəyişə bilər. Dəyişikliklər lokal, qeyri-müəyyən formada və ya geyimin müəyyən sahələrində aydın şəkildə müəyyən edilmiş naxışlarla ola bilər. Nanotexnologiyanın tekstil sənayesindəki vacib tətbiqlərindən biri həm boyama, həm də çapı əhatə edən rəngləmədir. Tekstillərin rənglənməsi nanotexnologiyadan başqa bir şey deyil. Boya mexaniki olaraq və ya diffuziya-sorbsiya prosesləri vasitəsilə lifin xarici səthinə ötürülür və bununla da elementar liflərə yayılır.

Toxuculuq boyama tekstil istehsalı prosesinin müxtəlif mərhələlərində baş verir, çap isə yalnız son bitirmədən dərhal əvvəl həyata keçirilir. Buna görə də, boyama liflər, ipliklər, lentlər, parçalar, trikotaj kimi tekstil materialları həmçinin məmulatları üçün, çap isə parçalar, trikotaj və toxunmayan materiallar üçün istifadə olunur.

Bəzi hallarda, boyanmış maddə liflərin funksional qrupları ilə kimyəvi reaksiyaya girərək lif polimeri ilə güclü bir əlaqə yaradır. Bu, rəngin lif makromolekullarının strukturuna daxil olmasına səbəb olur. Belə məmulatlar dəfələrlə yuyulduqdan sonra belə rənglərini tam qoruyub saxlayırlar.

Krujeva nanostrukturaları yalnız rəng effekti yaratmaqla yanaşı, həm də radarlara qarşı "görünməzlik" effekti əldə edə bilər. Bu prinsip məşhur gizli təyyarələrdə istifadə olunur və uğurla tətbiq olunur. Təcrübə nümunələrində və görünməz geyim istehsalında müsbət nəticələr əldə edilmişdir. Belə geyimlər, məsələn, gecə görmə cihazları üçün görünməz hala gəlir.

Sözdə ağıllı tekstil adlanan məhsulların inkişafı üçün intellektual istiqamət, öz növbəsində, geniş çeşiddə yeni, maraqlı və müxtəlif xassələrə malik tekstil materiallarının tətbiqini genişləndirən texnologiyaların yaradılması və sənayeləşdirilməsidir. Bu sahədə işlər əsasən hərbi müqavilələrlə əlaqəli olub və əsgərlər üçün nəzərdə tutulub. "Ağıllı parçalar" əsgərin ürək döyüntüsünü izləyə, lazım gələrsə, müvafiq dərmanlar, və ya yaraları müalicəsi həmçinin xəstənin vəziyyəti ilə bağlı siqnallar ötürə bilirlər. "Ağıllı parça"lardan hazırlanmış geyim özünü təmizləməli, tələb olunan bədən temperaturunu saxlamalı, kimyəvi zəhərli maddələri neytrallaşdırmalı və bədən zirehi roluna malik olmalıdır.

Kimyəvi liflər alüminium oksidi nanopartikulları ilə doldurulduqda dəyərli və eyni zamanda faydalı xüsusiyyətlər qazanır. Kiçik lopa şəklində olan alüminium oksidi nanopartikulları yüksək elektrik və istilik keçiriciliyi, ultrabənövşəyi şüalardan (UV) qorunması, alov gecikdiriciliyi, kimyəvi aktivlik və yüksək mexaniki möhkəmlik təmin edir. 5% alüminium oksidi nanopartikulları olan poliamid lifləri dartılmada möhkəmli 40%, əyilmədə möhkəmli isə 60% artırır.

Bu liflər təhlükəsizlik dəbilqələri kimi müxtəlif təsirlərə qarşı qoruyucu avadanlıqların istehsalında uğurla istifadə olunur.

Metal oksidi nanopartikulları (TiO_2 , Al_2O_3 , ZnO , MgO) ilə doldurulmuş sintetik liflərin tədqiqi və istehsalı sürətlə inkişaf edir. Bu, liflərin aşağıdakı xüsusiyyətləri əldə etməsinə imkan verir:

- fotokatalitik aktivlik;
- Ultrabənövşəyi şüalardan (UV) qorunma;
- antimikrob xüsusiyyətlər;
- elektrik keçiricilik;
- çirkədən qorunma xassəsi;
- müxtəlif kimyəvi və bioloji şəraitdə fotooksidləşdirici qabiliyyət.

Kimyəvi liflər həmçinin elektrik sahəsinin təsiri altında polimer mayelərindən liflər istehsal etmək üsulu olan elektrospinning yolu ilə istehsal olunur.

Nanoölçülü doldurucu hissəciklər lif əmələ gətirən polimerin məhlulu və ya əriməsi hazırlanarkən istənilən kimyəvi lifin strukturuna daxil edilə bilər. Doldurucu nanohissəciklərin kimyəvi təbiətindən asılı olaraq, müxtəlif xüsusiyyətlərə (yüksək mexaniki möhkəmlik, elektrik keçiriciliyi, antimikrob xüsusiyyətləri, sensor xüsusiyyətləri, temperatur dəyişikliklərinə həssaslıq və s.) malik liflər əldə edirik. Bu, potensial tətbiqlərə gətirib çıxarır: güc strukturları, idman, tibb, ev tekstili və geyim.

Nanotekstillərin xüsusi bir sahəsi sensor liflərinin, parçaların və trikotaj məmulatlarının istehsalıdır. Belə tekstilləri elektron tekstil də adlandırmaq olar. Belə sensor əsaslı tekstillər insan bədəninin əsas parametrlərinin (qan təzyiqi, nəbz və temperatur) davamlı monitorinqini aparmağa imkan verir. Çevik ekranlar və digər elektron cihazlar da bu cür tekstil məmulatlarından hazırlanır.[5,6]

Bizim apardığımız tədqiqatlar tibb işçiləri üçün müxtəlif təyinatlı geyim istehsalı üçün tibb tekstili hazırlamasıdır. Bu məqsədlə Hazırda nanotexnologiya heç bir boya və ya pigment tələb etməyən daha sabit rəngləmə üsulları hazırlayır. Bu, müəyyən ölçülü və həndəsəli dəliklərdən ibarət olan müəyyən bir rəng yaradan, müəyyən bir naxışlı "nano-krujeva" əmələ gətirən struktur boyama prosesidir.

Bildiyimiz kimi, vəhşi təbiət bu prosesi çoxdan mənimsəyib. Məsələn, Papilio Ulysses kəpənəyinin qanadlarının tünd qara və parlaq mavi rəngləri məhz bu struktur rənglənmədən qaynaqlanır. Bu rənglənmə işığın qarşılıqlı təsiri və kəpənəyin qanadlarının krujeva quruluşu vasitəsilə baş verir.[5,6]

NƏTİCƏ

Aparılan təhlil göstərir ki, nanoliflərin tekstil sənayesində tətbiqi yüksək funksionallı, antibakterial, nəfəsalan, yüngül və uzunömürlü materialların istehsalına geniş imkanlar yaradır. Bu texnologiya xüsusilə tibbi tekstil, qoruyucu geyimlər, idman geyimləri, filtrasiya materialları və ağıllı tekstillər sahəsində böyük üstünlüklər təmin edir. Dünya təcrübəsi sübut edir ki, nanolif əsaslı məhsullar həm əlavə dəyəri yüksək, həm də ixrac potensialına malikdir.

Azərbaycanda tekstil sənayesinin mövcud potensialı və kimya, polimer, mühəndislik sahələrində kadr bazası bu istiqamətdə inkişaf üçün əlverişli zəmin yaradır. Lakin nanolif texnologiyalarının sənayedə tətbiqi hələ ilkin mərhələdədir və bu sahənin inkişafı üçün elmi, texnoloji və institusional tədbirlərin görülməsi zəruridir. Nəticə olaraq, nanolif texnologiyalarının Azərbaycan tekstil sənayesində tətbiqi yerli istehsalın rəqabət qabiliyyətinin artırılmasına, idxaldan asılılığın azalmasına və yüksək texnoloji məhsulların formalaşmasına mühüm töhfə verə bilər. Bu sahənin sistemli şəkildə inkişafı ölkənin sənaye strategiyası baxımından perspektivli və strateji əhəmiyyət daşıyır.

Apardığımız tədqiqatlar tibb işçiləri üçün müəyyən təyinatlı geyim istehsalı üçün tibb parçalarının hazırlamasıdır. Bu məqsədlə sabit rəngləmə üsulları hazırlanmışdır. Bu, kiçik mikronla ölçülən həndəsəli dəliklərdən ibarət olan və rəng yaradan, naxışlı "nano-krujeva" əmələ gətirən boyama prosesidir. Tədqiqat davam etdirilməli və alınmış parçaların müxtəlif bakteriya və virusları keçirə bilən

qabiliyyətləri “Respublika ixtisaslaşmış dermatologiya və venerologiya elmi və praktik tibb mərkəzi”ndə aparılan klinik sınaqlarla müəyyən edilməlidir.

ƏDƏBİYYAT

1. Brown, P. J., Stevens, K. Nanofibers and Nanotechnology in Textiles. Cambridge: Woodhead Publishing, 2007, 544 p.
2. Prasad, S. R., Kumbhar, V. B., Prasad, N. R. Applications of Nanotechnology in Textile: A Review. 2023, ES Food & Agroforestry Journal, 12 p.
3. Shah, M. A., Pirzada, B. M., Mir, N. A. Applications of nanotechnology in smart textile industry: A critical review. 2022, Journal of Advanced Research, 18 p.
4. Yusuf, M., Haji, A. Handbook of Nanofibers and Nanocomposites: Characteristics, Synthesis and Applications in Textiles. Singapore: Springer, 2023, 278 p.
5. Zhu, J. Textile Applications of Nanofibers. Wiley nəşriyyatı, 2022, İngilis dili, 25 p.
- Dejene, B. K. Natural nanofibers for textile applications: A review. 2025, International Journal of Biological Macromolecules, 20 p.
6. Jalalah, M., Baig, U., Ahmed, F. Electrospun nanofiber/textile supported composite materials and their applications. 2022, MDPI – Membranes jurnalı, 16 p.

УДК 675.92.035

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОВОЛОКОН В ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Разил Тофик Мирзоев

Азербайджанский Технологический Университет

Резюме: В данной исследовательской работе представлены результаты научных исследований, проведенных в области получения бактерицидных текстильных материалов, обработанных наночастицами различных веществ, и формирования интеллектуальных волоконных структур в направлении применения нановолоконных технологий в текстильной промышленности. Основная цель работы заключалась в получении инновационных текстильных материалов с высокими гигиеническими показателями и функциональными свойствами.

В рамках исследования методом электропрядения были получены наноразмерные волоконные структуры, поверхность которых была модифицирована наночастицами серебра. С учетом антимикробных свойств серебра была оценена бактерицидная активность полученных материалов в лабораторных условиях. Результаты показали, что текстильные образцы на основе нановолокон, обработанные серебром, создают высокую зону ингибирования как грамположительных, так и грамотрицательных бактерий и значительно снижают развитие микроорганизмов. Эти свойства делают целесообразным применение данных материалов в медицинской одежде, средствах индивидуальной защиты, больничном текстиле и гигиенических изделиях.

Кроме того, в рамках исследования также проводилась работа по созданию функциональных текстильных структур на основе концепции интеллектуального волокна. В результате интеграции проводящих полимерных компонентов и наноразмерных наполнителей в структуру волокна были получены образцы текстиля, чувствительные к температуре, влажности и механическим нагрузкам. Такие волокна были выбраны за их сенсорные свойства, позволяющие отслеживать физиологические параметры организма.

Результаты проведенных исследований показывают, что с помощью нановолоконных технологий можно получать текстильные материалы как с антибактериальными, так и с функциональными свойствами. В то время как модифицированные серебром бактерицидные текстильные материалы обеспечивают гигиеническую безопасность, интеллектуальные

волоконные структуры расширяют традиционные функции текстиля, превращая его в интерактивные и многофункциональные системы. Таким образом, проведенная научная работа подтверждает существование перспективных направлений промышленного применения нановолоконных антибактериальных и интеллектуальных текстильных материалов и закладывает основу для разработки более устойчивых, энергоэффективных и высокофункциональных текстильных изделий в будущем.

Ключевые слова: нанотекстиль, волокнистые материалы, интеллектуальные волокна, наночастицы серебра, бактерицидный текстиль.

UDC 675.92.035

MEDICAL FABRIC PRODUCTION USING NANO FIBER TECHNOLOGY

Razil Tofiq Mirzayev
Azerbaijan Technological University

Summary: The research work presents the results of scientific research conducted in the field of preparation of bactericidal textile materials treated with nanoparticles of various substances and formation of smart fiber structures in the direction of application of nano fiber technologies in the textile industry. The main goal of the work was to obtain innovative textile materials with high hygienic indicators and functional properties.

Within the framework of the research, nano-sized fiber structures were prepared by electrospinning method, their surface was modified with silver nanoparticles. Taking into account the antimicrobial properties of silver, the bactericidal activity of the obtained materials was evaluated in laboratory conditions. The results showed that nano fiber-based textile samples treated with silver created a high inhibition zone against both Gram-positive and Gram-negative bacteria and significantly reduced the development of microorganisms. These properties make the application of these materials in medical clothing, protective equipment, hospital textiles and hygiene products appropriate. In addition, work was also carried out in the research to create functional textile structures based on the smart fiber concept.

As a result of the integration of conductive polymer components and nano-sized fillers into the fiber structure, textile samples that respond sensitively to temperature, humidity and mechanical stress were obtained. Such fibers were selected for their sensor properties that allow monitoring the physiological parameters of the body.

The results of the conducted studies show that it is possible to prepare textile materials with both antibacterial and functional properties through nanofiber technologies. While silver-modified bactericidal textiles provide hygienic safety, smart fiber structures expand the traditional functions of textiles, turning them into interactive and multifunctional systems. Thus, the scientific work conducted confirms the existence of promising directions for the industrial application of nanofiber-based, antibacterial and smart textile materials and lays the foundation for the development of more sustainable, energy-efficient and highly functional textile products in the future.

Keywords: nanotextiles, fibrous materials, smart fibers, silver nanoparticles, bactericidal textiles.

Redaksiyaya daxil olma: 15.05.2026

Çapa qəbul olunma: 19.06.2026



ÇAY ƏSASLI İÇKİLƏRİN QIDALANMADA ROLU VƏ FARMAKOLOJİ XÜSUSİYYƏTLƏRİNİN ARAŞDIRILMASI

Nərminə Arzu qızı Ələsgərova
Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti (UNEC)
Bakı, Azərbaycan, İstiqlaliyyət, 6
alasgarova-narmina@unec.edu.az

Xülasə. Dünyanın hər yerində insanlar antioksidantlarla zəngin olan, xoşagəlməli və təhlükəsiz bir içki olan çayı qəbul etməyi sevirlər. Dünyada istehlak olunan bütün çayların təxminən 78%-ni qara çay, təxminən 20%-ni isə yaşıl çay təşkil edir. “İnsan sağlamlığını qorumaq və xəstəliklərin qarşısını almaq və müalicə etmək üçün çaydan istifadə etmək” fikri son 10 ildə çox diqqət çəkib. Bakterial və virus infeksiyaları kimi sadə xəstəliklər, eləcə də xərçəng, koronar ürək xəstəliyi, insult və osteoporoz da daxil olmaqla xroniki zəiflədici xəstəliklər çay istifadəçilərinə daha az rast gəlinir. Yaşıl çayla bağlı aparılan tədqiqatlar sübut edir ki, o, insan sağlamlığı üçün çox faydalıdır. Son zamanlar qara çayın da öyrənilməsi tədqiqatçıların diqqət mərkəzindədir. Belə ki, qara və yaşıl çayın sağlamlıq faydaları ürək xəstəliyi və müxtəlif xərçəng formaları kimi bir sıra xəstəliklərin riskini azaltmaq baxımından nisbətən müqayisə edilə bilər. Bu baxımdan məqalədə çay içkisi ilə bağlı müasir vəziyyət araşdırılır və tənqidi şəkildə nəzərdən keçirilir, onun dad xüsusiyyətlərinin yaxşılaşdırılması üçün emal üsullarına xüsusi diqqət yetirilir. Çay içkiləri soyuq ekstraksiya, ultrasəs ekstraksiyası və dinamik ekstraksiya yolu ilə istehsal olunur. Çay içkilərinin dadını artırmaq üçün aşağıdakı fermentlərdən istifadə edilir: litikaza, proteaza, amilaza, pektinaza, tannaza və β -qlükozidaza. Digər analitik metodlarla yanaşı, çay içkilərinin dadını qiymətləndirmək üçün xromatografiya və elektrokimyəvi barmaq izindən istifadə edilmişdir. Fermentləşdirilmiş çay içkilərinin çoxlu sayda yeni növləri yaradılmışdır. Bu tədqiqat işində çay əsaslı içkilərin bioaktiv maddələri, biomənimsənilməsi, qidalılıq dəyəri və təhlükəsizlik problemləri ilə bağlı son tədqiqatlar araşdırılır və ümumiləşdirilir, bu içkinin sağlamlıq faydalarının molekulyar səviyyədə öyrənilməsi həyata keçirilir. Məqsəd çay içkilərinin keyfiyyətini və yaşıl sənayedə potensial sağlamlıq faydalarını yaxşılaşdırmaqdan ibarətdir.

Açar sözlər: yaşıl sənaye, çay, sağlamlıq, içki, fermentasiya, qidalılıq dəyəri

Giriş. Dünyada ən çox istehlak edilən içkilərdən biri çaydır (*Camellia sinensis*) və onun qəbulu bir sıra sağlamlıq faydaları ilə əlaqələndirilir [1]. Çayın vitaminlər, polifenollar və polisaxaridlər kimi bioaktiv maddələrin əla qida mənbəyi olduğu bir sıra alimlər tərəfindən qəbul edilmişdir [2]. Polisaxaridlər və polifenollar çayın tərkib hissəsini təşkil edən əsas bioaktiv maddələrdir. Yaşıl və qara çayın polifenol tərkibini əsasən flavanolların nümayəndəsi olan epikatexin, epikatexin qallat, epiqallokatexin, epiqallokatexinqallat təşkil edir [3]. Bir sıra tədqiqatlar sübut etmişdir ki, çay polisaxaridləri antioksidant, antibakterial, immunomodulyator və qlükozidaz inhibitor fəaliyyətinə malikdirlər [4].

Təzə çay yarpaqlarında mövcud olan polifenolların oksidləşməsinin qarşısını almaq məqsədilə yarpaqlar yüksək temperaturda buxar təsirinə məruz qoyulur. Bu proses zamanı oksidləşdirici fermentlər (əsasən polifenoloksidaza) inaktivləşir və nəticədə yarpaqlarda fermentativ oksidləşmə baş vermir. Bunun sayəsində çay yarpaqları yaşıl rəngini və bioloji aktiv maddələrini qoruyaraq yaşıl çay formasında emal olunur. Yaşıl çayda katexinlər də daxil olmaqla bir çox suda həll olan polifenol var və onlar dəmləmə yolu ilə suya diffuziya edir. (–)-epikatexin, (–)-epikatexin qallat, (–)-epiqallokatexin və epiqallokatexinqallat çayın tərkibində olan əsas katexinlərdir. Bu katexinlər 200 ml yaşıl çayda müvafiq olaraq 17, 28, 65 və 140 mq miqdarda olur [5]. Yaşıl çayın tərkibində teanın, γ -

aminobutirik turşusu, vitaminlər, teobromin, teofillin və qal turşuları kimi bir neçə əlavə komponentlər də mövcuddur [6]. Qara çay hazırlamaq üçün yeni yarpaqlar fermentativ oksidləşməyə məruz qalır. Bu üsul yaşıl çaydakı katexinlərin ümumi miqdarını 40%-ə qara çaydakını 10%-ə endirir. Dəmlənmiş qara çayda katexinlər, teaflavinlər və tearubiginlər müvafiq olaraq quru çəkinin təxminən 3-10%-ni, 2,6-6%-ni və 20%-dən çoxunu təşkil edir [7]. Yaşıl çay və qara çayın hər ikisində təxminən eyni miqdarda kofein vardır.

Teaflavinlər, kerubinlər və monomer katexinlər uzunq çayında qeydə alınmışdır. Dəmlənmiş çayda katexin səviyyələri ümumi quru maddəyə nisbətən 8%-dən 20%-ə qədər dəyişə bilər [6]. Həmçinin çayda şaflosidlər və teasinensinlər də daxil olmaqla bir neçə polifenol törəmələri mövcuddur [7].

Çayın sağlamlığa təsiri. Fərdlərarası dəyişkənlik, maddələr mübadiləsinin xüsusiyyətləri, bağırsaq mikrobiotasının təsiri, müxtəlif hüceyrə daşıyıcı sistemləri, molekulyar transformasiyalar, həllolma qabiliyyəti, eləcə də qida komponentlərinin çay tərkibli birləşmələrin metabolizmasına təsiri kimi çoxsaylı amillər bioaktivliyin qiymətləndirilməsini əhəmiyyətli dərəcədə çətinləşdirir [8]. Bu amillər ədəbiyyatda müxtəlif bioaktiv maddələrin biomənimsənilməsi ilə bağlı nəticələrdə müşahidə olunan fərqləri qismən izah edir.

Əvvəllər qeyd edildiyi kimi, çayın tərkibindəki birləşmələr orqanizm tərəfindən ksenobiotiklər kimi qəbul edilir və buna görə də xaric edilməzdən əvvəl geniş metabolik çevrilmələrə məruz qalırlar.

Qidada, xüsusən də çayda mövcud olan bioaktiv birləşmələr, onların potensial bioloji aktivlikləri, bu birləşmələrin potensial sağlamlıq faydaları ilə bağlı çoxsaylı tədqiqatlara baxmayaraq, bu mövzu kifayət qədər öyrənilməmişdir. Bu metabolitlərin, istər konyuqatlar, istərsə də mikrobların müxtəlif istifadə sahələri mövcuddur. Həmçinin vurğulamaq vacibdir ki, ümumilikdə polifenollar da daxil olmaqla bioaktiv birləşmələrin bioeffektivliyinə dair tədqiqatlar əksər hallarda müəyyən məhdudiyyətlərə malikdir. Bu tədqiqatlar çox vaxt dövrən edən metabolitləri nəzərə almadan, ana birləşməni fizioloji diapazondan xeyli yüksək konsentrasiyalarda qiymətləndirən *in vitro* modellərə əsaslanır. Bu isə əldə olunan nəticələrin real bioloji şəraitə uyğunluğunu məhdudlaşdırır.

Nadir istisnalar mövcud olsa da, maddələrin geniş metabolizması (I və II faza biotransformasiyaları) adətən dərman kəşfi və qiymətləndirilməsi zamanı maneə kimi qəbul edilir, çünki əmələ gələn metabolitlər çox vaxt ilkin birləşmədən daha az bioloji aktivliyə malik olur. Lakin bəzi hallarda bunun əksi də müşahidə olunur. Məsələn, qlükuronidlərin əksər hallarda farmakoloji cəhətdən passiv olduğu düşünülərsə də, morfin nümunəsində onun metaboliti olan morfin-6-qlükuronid ilkin molekulla müqayisədə daha yüksək farmakoloji aktivlik nümayiş etdirir [9].

Lu və b. [10] görə çayda olan epiqallokatexin və epiqallokatexinqallat qlükuronidləri *in vitro* modellərin qiymətləndirilməsi zamanı ana qarışıqların bioloji aktivliyini qoruyub saxlamışdır. Katexin metabolitlərinin monositlərin insan aorta endotel hüceyrələrinə yapışmasına inhibitor təsiri statistik cəhətdən əhəmiyyətli olmuşdur ki, bu da onların ürək-damar xəstəlikləri riskinə qarşı potensial qoruyucu rolunu göstərir [11].

Metabolitlərdən birinin azot oksidi (NO) sintezinə əhəmiyyətli təsiri müşahidə edilsə də, istifadə olunan 20 µM konsentrasiyanın fizioloji baxımdan real olmadığı qeyd edilməlidir. Bu isə əldə olunan nəticələrin *in vivo* şəraitə ekstrapolyasiyasını müəyyən qədər məhdudlaşdırır.

Çay tərkibli komponentlərin geniş şəkildə mikrobial və konjuqasiya olunmuş metabolitlərə çevrildiyini nəzərə alsaq, polifenolların potensial sağlamlıq təsirlərinin qiymətləndirilməsi zamanı bu metabolitlərin mövcudluğu bioeffektivliyin mühüm tərkib hissəsi kimi nəzərə alınmalıdır [12]. Lakin metabolitlərin kimyəvi sintezi və ya ayrılması ilə bağlı çoxsaylı çətinliklər onların bioloji aktivliyinin öyrənilməsini məhdudlaşdırır. Bu səbəbdən, bu birləşmələrin qiymətləndirilməsi üçün geniş şəkildə istifadə oluna bilən kommersiya standartları hazırda məhduddur.

Son illərdə insanlar üzərində aparılan müdaxilə tədqiqatlarının sayı artsa da, çay istehlakı ilə sağlamlıq faydaları arasındakı əlaqəyə dair mövcud məlumatların böyük hissəsi epidemioloji, *in vitro* və heyvan modelləri əsasında əldə edilmişdir. Bununla belə, çayın iddia edilən sağlamlıq təsirlərinə

cavabdeh olan dəqiq mexanizmlər və ya konkret bioaktiv komponentlər hələ də tam şəkildə müəyyən edilməmişdir, baxmayaraq ki, bu istiqamətdə çoxsaylı tədqiqatlar aparılmışdır.

Bundan əlavə, müdaxilə tədqiqatlarının nəticələrində müəyyən uyğunsuzluqlar müşahidə olunur ki, bu da bir sıra amillərlə izah edilə bilər. Bunlara istehlak olunan çayın növü və miqdarı, çay içmə vərdislərindəki mədəni fərqlər, tədqiqata artıq sağlam fərdlərin daxil edilməsi, eksperimental dizaynların müxtəlifliyi, həmçinin müdaxilə müddətinin fərqli olması daxildir. Bu amillər nəticələrin müqayisəsini və ümumiləşdirilməsini çətinləşdirir.

Mövcud vəziyyət göstərir ki, çayın bioaktiv komponentlərinin potensial qoruyucu təsirlərini tam şəkildə anlamaq üçün uzunmüddətli, yaxşı nəzarət olunan və metodoloji cəhətdən düzgün qurulmuş insan tədqiqatlarına ehtiyac vardır. Bu kontekstdə, tədqiqatın planlaşdırılması zamanı statistik metodların və eksperimental dizaynın düzgün seçilməsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir, çünki bu amillər nəticələrin etibarlılığına və interpretasiyasına birbaşa təsir göstərir.

Oksidləşdirici stressə qarşı təsirlər. Bununla yanaşı, tədqiqatın məqsədləri başlanğıc mərhələdə aydın şəkildə müəyyən edilməli, nəticələrin qiymətləndirilməsi zamanı yalnız statistik əhəmiyyət (p-dəyəri) deyil, həm də bioloji əhəmiyyət nəzərə alınmalıdır. Müasir elmi yanaşmaya əsasən, sübutların ən yüksək səviyyəsi kimi bir neçə randomizə olunmuş nəzarətli sınaqların meta-analizi qəbul edilir [13].

İnsan müdaxiləsinə əsaslanan tədqiqatlarda antioksidant qabiliyyətin qiymətləndirilməsi çox vaxt qısa müddətli, yəni kəskin çay istehlakı (məsələn, bir gün ərzində) fonunda aparılır və sağlam fərdlərdə superoksid dismutaza (SOD) və katalaza (CAT) kimi antioksidant müdafiə fermentlərinin aktivliyinə təsiri öyrənilir.

Klinik sınaqlara əsaslanan ümumiləşdirmədə Rietveld və Wiseman [14] gündə 1–6 stəkan qara və yaşıl çay istehlakının antioksidant təsirlərini qiymətləndirmiş və belə qənaətə gəlmişlər ki, mövcud tədqiqatların keyfiyyəti qəti nəticələr çıxarmaq üçün kifayət deyil.

Hollman və digərlərinin [15] fikrincə, polifenolların *in vivo* şəraitdə birbaşa antioksidant aktivliyi mübahisəlidir, çünki adi qidalanma şəraitində onların qanda konsentrasiyası adətən çox aşağı səviyyədə olur. Eyni zamanda, Halliwell [16] qeyd etmişdir ki, *in vivo* tədqiqatlarda aydın müsbət təsirlərin müşahidə olunmaması antioksidantların bioloji əhəmiyyətini tam şəkildə müəyyən etməyə imkan verməmişdir.

Bundan əlavə, bioaktiv maddələrin metabolizması və mənimsənilməsi proseslərində mövcud olan fərdlərarası dəyişkənlik də əldə olunan nəticələrin interpretasiyasına təsir göstərən mühüm amillərdən biridir.

Ekstraksiya üsulları. İstifadəsinin sadəliyi və texnoloji əlçatanlığı səbəbindən istilik-reflüks ekstraksiyası (HRE), çay və çay əsaslı içkilərin sənaye istehsalında geniş tətbiq olunan ənənəvi üsullardan biridir [18]. Bu üsulda əsas həlledici kimi isti su istifadə olunur. Lakin HRE yüksək temperatur və uzun ekstraksiya müddəti tələb etməklə yanaşı, nisbətən aşağı məhsuldarlıqla xarakterizə olunur [19].

Ekstraksiya məhsuldarlığını artırmaq üçün tətbiq olunan yanaşmalardan biri xammalın hissəcik ölçüsünün kiçildilməsidir. Belə ki, çay hissəciklərinin ölçüsü 0,15–0,74 mm diapazonunda olduqda, ümumi fenol tərkibi üyüdülməmiş çay yarpaqları ilə müqayisədə təxminən 14% daha yüksək olmuşdur [20].

Kütlə ötürülməsini yaxşılaşdırmaq məqsədilə istifadə olunan digər effektiv üsul təzyiqli maye ekstraksiyasıdır. Bu üsul ənənəvi metodlarla müqayisədə flavonoidlərin çıxımını təxminən 50% artırır. Ultrasəs təsiri ilə yaranan kavitasiyanı gücləndirmək üçün yüksək təzyiqli suya genişləndirici qaz əlavə edildikdə isə polifenolların çıxımı əlavə olaraq 20–26% yüksəlir [21]. Maraqlıdır ki, bu üsul hissəcik ölçüsündən az asılı olduğundan əvvəlcədən üyütmə mərhələsinə ehtiyac duymur.

Bununla belə, qeyd olunan ənənəvi və yarı-ənənəvi üsulların əksəriyyəti yüksək temperatur, uzun müddətli proseslər və bəzən metanol və etanol kimi üzvi həlledicilərin istifadəsinə tələb edir [22]. Bu amillər isə ekstraksiya zamanı polifenollar və digər istiliyə həssas bioaktiv maddələrin

parçalanmasına səbəb ola bilər [23]. Bu baxımdan, ekstraksiya temperaturunun azaldılması mühüm texnoloji məqsəd kimi ön plana çıxır.

Son illərdə yaşıl çay yarpaqlarının emalında vezikula ilə gücləndirilmiş maye fazalı impulsu boşalma ekstraksiyası (V-LPD), mikrodalğalı köməkli ekstraksiya, ultrasəs köməkli ekstraksiya (BƏƏ) və impulsu elektrik sahəsi (PEF) kimi innovativ, qeyri-istilik əsaslı üsullara maraq artmışdır [24]. Bu metodlar adətən otaq temperaturunda və ya daha aşağı temperatur şəraitində həyata keçirilir və hüceyrə divarının destruksiyası hesabına kütlə ötürmə müqavimətini azaldaraq polifenolların çıxımını əhəmiyyətli dərəcədə artırır.

Enzimatik proses. Çay və çay əsaslı içkilərin emalında, dad molekullarının transformasiyasını təşviq etmək və beləliklə, dad və ətir keyfiyyətini artırmaq üçün fermentativ emal üsullarına diqqət artır. Tanningse (EC 3.1.1.20) fermentinin dadın artırılması üçün istifadəsi bir çox alimlər tərəfindən araşdırılmışdır. Çay kreminin miqdarını effektiv şəkildə azaldır və qallat katexinlərinin (xüsusilə qara çay içkisi soyuduqda hidrogen rabitələri ilə çay polifenolları, kofein və digər birləşmələrlə əmələ gələn kolloid hissəciklər) hidrolizini kataliz edir [25,28].

Payız mövsümündə yığılan çay yarpaqlarında yazda yığılan çay yarpaqları ilə müqayisədə katexinqallatın konsentrasiyası yüksək olduğundan, payız yarpaqlarından hazırlanan emal olunmuş yaşıl çay daha acı və büzücü dadla malik olur. Payız yarpaqlarından hazırlanan çayı tannaz fermenti ilə hidroliz etdikdən sonra daha çox miqdarda qall turşusu və sərbəst katexinlər əmələ gəlir, çay xoş dadla malik olur, acılığı və büzüşdürücülüüyü isə azalır [27].

Başqa bir araşdırmada yaşıl çay konsentratının tannaz fermenti ilə emalının çöküntü miqdarını 74,63% azaldığı və saxlanmadan sonra belə məhsulun dad xüsusiyyətlərini yaxşılaşdırdığı müəyyən edilmişdir [26]. Digər tədqiqatın nəticələrinə görə, yay mövsümündə toplanmış çay yarpaqlarının tannazla emalı, ənənəvi qurudulmuş yarpaq fermentasiyası ilə müqayisədə əhəmiyyətli dərəcədə yüksək miqdarda teafavinlərin (TF) – təxminən 4,7 dəfə çox – əmələ gəlməsinə səbəb olmuşdur [29]. Bu yanaşma TF-lərlə zəngin çay məhsullarının istehsalı üçün perspektivli üsul kimi qiymətləndirilir.

Teafavinlər dünyada ən geniş istehlak olunan çay növü olan və ümumi istehsalın təxminən 75%-ni təşkil edən qara çayın orqanoleptik xüsusiyyətlərinin formalaşmasında əsas rol oynayır. TF-lərin biosintezi zamanı epikatexinin (EC) polifenol oksidaz (PPO) fermentinin iştirakı ilə orto-xinona oksidləşməsi baş verir və sonrakı mərhələdə epiqalokatexin (EGC) ilə kondensasiya reaksiyası nəticəsində teafavinlər əmələ gəlir [30].

Bu mexanizmə əsaslanaraq, xam fermentlər əvəzinə təmizlənmiş PPO izoenzimlərindən istifadə etməklə *in vitro* şəraitdə teafavinlərin sintezini təmin edən yeni yanaşmalar işlənib hazırlanmışdır [31]. Maye fazalı fermentasiya texnologiyalarında əldə edilən irəliləyişlər isə yüksək keyfiyyətli qara çay içkilərinin istehsalına imkan verir. Bitkidən əldə edilən təmiz PPO-nun tətbiqi katexinlərin daha sürətli və ardıcıl oksidləşməsinə təmin edərək yüksək səviyyədə TF sintezinə şərait yaradır [32].

TF konsentrasiyasını artırmaq və qara çayın keyfiyyətini qorumaq üçün daha sadə yanaşmalardan biri “iki mərhələli fermentativ emal” kimi tanınır. Bu üsulda fermentativ gücləndirilmiş ekstraksiyadan sonra həm oksidləşdirici fermentin, həm də substratın mənbəyi kimi təzə çay yarpaqlarından istifadə edilir [17, 33]. Digər alternativ üsul isə tannazla hidroliz olunmuş yaşıl çay ekstraktının substrat kimi, təzə çay yarpaqlarının isə ferment mənbəyi kimi istifadə edildiyi maye fazalı fermentasiya prosesidir ki, bu da TF-lərlə zəngin qara çay məhsullarının alınmasına imkan verir [29].

Çay aromatinin formalaşmasında əsas rol oynayan prekursorlar alifatik, aromatik və monoterpen spirtlərinin qlükozid və primeverozid törəmələridir [34]. Emal zamanı qlükozid bağlarının fermentativ hidrolizi uçucu aromatik birləşmələrin sərbəstləşməsinə səbəb olur və bu, xüsusilə hazır çay məhsullarında ətrin yaxşılaşdırılması üçün effektiv üsul hesab edilir. Məsələn, β -qlükozidaza ilə emal nəticəsində geraniol, nonanal və sis-3-heksen-1-olun miqdarı artmış, bu isə çiçəkli və otlu notların güclənməsinə, karamel notunun isə azalmasına səbəb olmuşdur [35].

β -qlükozidaza və β -ksilozidazanın birgə tətbiqi bu təsiri daha da gücləndirmişdir. Eyni zamanda, β -qlükozidazanın ani ağ çay dəmləməsinə əlavə olunması otlu, çiçəkli və şirin aromatik notların daha

qabarıq hiss olunmasına gətirib çıxarmışdır. Bu dəyişikliklər benzaldehyd, benzeneasetaldehyd, (Z)-3-heksen-1-ol, linalool, feniletıl spirt, sis- və trans-linalool oksidləri, heksanol, hotrienol və (E)-2-heksen-1-ol kimi uçucu birləşmələrin konsentrasiyasının artması ilə əlaqələndirilir [36].

Mikroorqanizmlər tərəfindən fermentasiya. Müasir metabolik prosesləri və ətraf mühitə uyğunlaşması səbəbindən, qədim dövrlərdən bəri mikroblar qiymətli maddələri biotransformasiya etmək üçün transformasiyaedici maddələr kimi istifadə edilmişdir. Mikroorqanizmlərin bu istifadəsi fermentasiya kimi bioproseslərin istifadəsində biotexnologiyə müdaxilələr kimi xarakterizə edilə bilər [36].

Son üç ildə mikroblarla fermentləşdirilmiş çay içkilərinin çoxlu sayda yeni növləri yaradılmışdır. Bunlara çay şərabı kimi spirtli və spirtsiz növlər, eləcə də maye fermentləşdirilmiş qara və tünd çay şirəsi və kombuça daxildir. Çay şərabı istehsalı üçün fərqli xammal, həm çayın, həm də baijiunun hissiyyat xüsusiyyətlərini qoruyarkən karbohidrat mənbələri ilə zənginləşdirilmiş çayın spirtli maya fermentasiyasıdır [29].

Maye fermentasiya yolu ilə Eurotium cristatum mikroorqanizmi ilə hazırlanmış ani yaşıl çayın ətri oduncaqlı və bitki mənşəli idi; əksinə, Aspergillus niger istifadə edilərək dəmlənmiş çay kiflənmiş, oduncaqlı və bitki mənşəli qoxu nümayiş etdirirdi, E. cristatum/A. niger-in ardıcıl peyvənd edilməsi ilə dəmlənmiş çay isə bitki mənşəli, şirin, nanəli və çiçəkli ətrinə malik idi [38].

Qara çaya "göbələk çiçəyi", "çiçək" və "nanə" xüsusiyyətləri verən əsas uçucu kimyəvi maddələr olan linalool, asetofenon və metil salisilatdır. Artan ətir intensivliyi əsas göbələk növü olan Aspergillus-un metabolizması ilə əlaqələndirilmişdir [38].

Yeməli basidiomisetlərdən istifadəsi etməklə yaşıl dadı ləğv etmək və ya azaltmaq, həmçinin çay dəmləməsinə təbii şəkildə aromatizə etmək mümkündür. Ondan istifadə zamanı ekstrakt əhəmiyyətli miqdarda linalool və 2-feniletanol ilə zənginləşir və fermentasiyadan sonra intensiv xoş bir çiçək qoxusu yaranır [39].

Tədqiq edilən 29 göbələk arasında enokitake (*Flammulina velutipes*), dadlı, şokolad kimi qozlu və tez fermentasiya olunan (16 saat) dadına görə ətirli çay içkisi hazırlamaq üçün ən yaxşı növ hesab olundu (Rigling və b. 2021). 17 saatlıq suda fermentasiyadan sonra *Wolfiporia cocos* göbələyi yaşıl çay dəmləməsinin fərqli yaşıl qoxusunu gözəl çiçəkli, yasəmən kimi və bir qədər sitrus kimi bir dadla əvəzlədi [40].

Kombuça içkilərinin hazırlanmasının ənənəvi üsulu şəkərli çay mayesindənən kombuça kulturasının və ya çay göbələyinin yetişdirilməsinə əsaslanır. Bu mikrob kulturaları çay içkilərinin emalı üçün faydalıdır. Çay və əlavə substratlarla birləşdirildikdə, kombuça başlanğıc kulturası şəkər və çay polifenollarını yüksək səviyyədə qəbul edilən və bir sıra sağlamlıq üstünlüklərinə malik funksional bir içkiyə çevirə bilər [41]. Kombuça çay içkilərinin fiziki-kimyəvi və mikrobioloji xüsusiyyətləri fermentasiya zamanı müşahidə edilən vacib biokimyəvi parametrlərlə mikrob populyasiyalarını əlaqələndirməklə aşkar edilmişdir [42]. Bu əlaqənin aydınlaşdırılması əsasında bu fermentasiyanı düzgün şəkildə idarə etmək üçün əsas kombuça mikrobiota mikrob konsorsiumunun xüsusi hazırlanmış nümayəndəsi yaradılmışdır [43].

Yuxarıdakı izahatdan belə nəticə çıxarmaq olar ki, mikroorqanizmlər fərqli duyğu xüsusiyyətlərinin inkişafına, eləcə də çay məhsullarının dadının və qida tərkibinin artırılmasına əhəmiyyətli dərəcədə töhfə vermişdir. Bunun səbəbi bakteriyaların faydalı aktiv kimyəvi maddələr sintez etməsidir. Lakin mikroorqanizmlər bəzi əlavə məhsullar da yaradır ki, bunlardan bəziləri insan sağlamlığı üçün potensial olaraq zəhərli və/və ya bioloji cəhətdən təhlükəlidir. Xüsusilə, ənənəvi fermentləşdirilmiş çay adətən təbii fermentasiya prosesi ilə hazırlanır. Patogen mikroorqanizmlərin olması qaçılmaz olaraq təhlükələrə səbəb ola bilər. Buna görə də, dadın yaxşılaşdırılmasına diqqət yetirərkən, fermentləşdirilmiş çay içkilərinin təhlükəsizliyi də nəzərə alınmalıdır. Bunun üçün ilk öncə qida təhlükəsizliyi testləri tələb olunur. İkincisi, əlaqəsiz bakteriyaların yaratdığı çirklənmənin qarşısını almaq üçün milli standartda uyğun təhlükəsiz bakteriyalar seçilməlidir. Üçüncüsü, əvvəlki tədqiqatlarda nəzərdən qaçırıldığı kimi, yüksək keyfiyyətli bakteriya istehsalını aşkar edərkən təhlükəsizlik qiymətləndirməsi nəzərə alınmalıdır.

Nəticə. Çay polifenollarının və digər faydalı birləşmələrin ultrasəs, elektrik sahələri, yüksək təzyiq və mikrodalğalı sobalar kimi müasir texnologiyaların tətbiqi ilə sərbəst formada sintez olunması son zamanlar geniş vüsət almışdır. Çay içkilərinin tərkibinin və sterilizasiyasında dondurma konsentrasiyasının qeyri-termal texnologiyalardan istifadə edərək araşdırılması daha çox tədqiqat tələb edir. Fermentlər çay tullantılarında qalan kimyəvi maddələri potensial olaraq azaltmaqla yanaşı, dadı və ətri effektiv şəkildə artırmaq üçün də istifadə edilə bilər. Çay içkilərinin kateqoriyaları, xüsusən də yüksək ətirli içkilərin istehsalında mikroorqanizm fermentasiyasının effektiv tətbiqi ilə genişləndirilmişdir. İstiliyə həssas olan bioloji maddələrə zərər verməyən innovativ qurutma metodlarının inkişafı ilə bağlı daha çox tədqiqat aparmaq xüsusi diqqət tələb edir. Çay məhsullarının əlavə dəyərini artırmaq və sonradan funksional komponentlərin çıxarılmasını asanlaşdırmaq və sənaye zənciri qurmaq üçün müxtəlif funksional elementlərlə zəngin içkilər yaradan istiqamətli emal da diqqətlə nəzərdən keçirilməlidir. Gələcək tədqiqatlar xüsusilə istiliyə həssas bioaktiv birləşmələrin qorunması üçün innovativ qurutma metodları, fermentasiya texnologiyaları və funksional içkilərin emalına yönəlməlidir.

ƏDƏBİYYAT

1. Da Silva Pinto, M. (2013). Tea: A new perspective on health benefits. Food research international, 53(2), 558-567.
2. Lorenzo, J. M., & Munekata, P. E. S. (2016). Phenolic compounds of green tea: Health benefits and technological application in food. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 6(8), 709-719.
3. Yang, C. S., Landau, J. M., Huang, M. T., & Newmark, H. L. (2001). Inhibition of carcinogenesis by dietary polyphenolic compounds. Annual review of nutrition, 21(1), 381-406.
4. Chen, H., Qu, Z., Fu, L., Dong, P., & Zhang, X. (2009). Physicochemical properties and antioxidant capacity of 3 polysaccharides from green tea, oolong tea, and black tea. Journal of food science, 74(6), C469-C474.
5. Smith, T. J. (2011). Green tea polyphenols in drug discovery: a success or failure?. Expert opinion on drug discovery, 6(6), 589-595.
6. Shukla, Y. (2007). Tea and cancer chemoprevention: a comprehensive review. Asian Pacific Journal of Cancer Prevention, 8(2), 155.
7. Yang, C. S., & Hong, J. (2013). Prevention of chronic diseases by tea: possible mechanisms and human relevance. Annual review of nutrition, 33, 161-181.
8. Neilson, A. P., & Ferruzzi, M. G. (2011). Influence of formulation and processing on absorption and metabolism of flavan-3-ols from tea and cocoa. Annual review of food science and technology, 2, 125-151.
9. De Gregori, S., De Gregori, M., Ranzani, G. N., Allegri, M., Minella, C., & Regazzi, M. (2012). Morphine metabolism, transport and brain disposition. Metabolic brain disease, 27, 1-5.
10. Lu, H., Meng, X., Li, C., Sang, S., Patten, C., Sheng, S., ... & Yang, C. S. (2003). Glucuronides of tea catechins: enzymology of biosynthesis and biological activities. Drug metabolism and disposition, 31(4), 452-461.
11. Koga, T., & Meydani, M. (2001). Effect of plasma metabolites of (+)-catechin and quercetin on monocyte adhesion to human aortic endothelial cells. The American journal of clinical nutrition, 73(5), 941-948.
12. Williamson, G., & Clifford, M. N. (2010). Colonic metabolites of berry polyphenols: the missing link to biological activity?. British Journal of Nutrition, 104(S3), S48-S66.

13. Kroke, A., Boeing, H., Rossnagel, K., & Willich, S. N. (2004). History of the concept of 'levels of evidence' and their current status in relation to primary prevention through lifestyle interventions. *Public health nutrition*, 7(2), 279-284.
14. Rietveld, A., & Wiseman, S. (2003). Antioxidant effects of tea: evidence from human clinical trials. *The Journal of nutrition*, 133(10), 3285S-3292S.
15. Hollman, P. C., Cassidy, A., Comte, B., Heinonen, M., Richelle, M., Richling, E., ... & Vidry, S. (2011). The Biological Relevance of Direct Antioxidant Effects of Polyphenols for Cardiovascular Health in Humans Is Not Established¹⁻⁴. *The Journal of nutrition*, 141(5), 989S-1009S.
16. Halliwell, B. (2012). Free radicals and antioxidants: updating a personal view. *Nutrition reviews*, 70(5), 257-265.
17. Chen, H., Parks, T. A., Chen, X., Gillitt, N. D., Jobin, C., & Sang, S. (2011). Structural identification of mouse fecal metabolites of theaflavin 3, 3'-digallate using liquid chromatography tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1218(41), 7297-7306.
18. Xiang, B., Zhou, X., Qin, D., & Xi, J. (2021). Vesicle-enhanced liquid-phase pulsed discharge extraction of polyphenols from green tea leaves. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 74, 102839.
19. Marathe, S. J., Jadhav, S. B., Bankar, S. B., Dubey, K. K., & Singhal, R. S. (2019). Improvements in the extraction of bioactive compounds by enzymes. *Current Opinion in Food Science*, 25, 62-72.
20. Bindes, M. M. M., Cardoso, V. L., Reis, M. H. M., & Boffito, D. C. (2019). Maximisation of the polyphenols extraction yield from green tea leaves and sequential clarification. *Journal of Food engineering*, 241, 97-104.
21. Santos, M. P., Souza, M. C., Sumere, B. R., da Silva, L. C., Cunha, D. T., Bezerra, R. M. N., & Rostagno, M. A. (2019). Extraction of bioactive compounds from pomegranate peel (*Punica granatum* L.) with pressurized liquids assisted by ultrasound combined with an expansion gas. *Ultrasonics sonochemistry*, 54, 11-17.
22. Souza, M. C., Santos, M. P., Sumere, B. R., Silva, L. C., Cunha, D. T., Martinez, J., ... & Rostagno, M. A. (2020). Isolation of gallic acid, caffeine and flavonols from black tea by on-line coupling of pressurized liquid extraction with an adsorbent for the production of functional bakery products. *Lwt*, 117, 108661.
23. Xiang, B., Zhou, X., Qin, D., & Xi, J. (2021). Vesicle-enhanced liquid-phase pulsed discharge extraction of polyphenols from green tea leaves. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 74, 102839.
24. Rehder, A. P., Silva, P. B., Xavier, A. M., & Barrozo, M. A. (2021). Optimization of microwave-assisted extraction of bioactive compounds from a tea blend. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15, 1588-1598.
25. Cao, Q. Q., Zou, C., Zhang, Y. H., Du, Q. Z., Yin, J. F., Shi, J., ... & Xu, Y. Q. (2019). Improving the taste of autumn green tea with tannase. *Food Chemistry*, 277, 432-437.
26. Wang, J. Q., Hu, X. F., Du, Q. Z., Zeng, L., Wang, S., Yin, J. F., & Xu, Y. Q. (2020). Effect of tannase on sediment formation in green tea infusion. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14, 1957-1965.
27. Cao, Q. Q., Zou, C., Zhang, Y. H., Du, Q. Z., Yin, J. F., Shi, J., ... & Xu, Y. Q. (2019). Improving the taste of autumn green tea with tannase. *Food Chemistry*, 277, 432-437.
28. Wang, J. Q., Hu, X. F., Du, Q. Z., Zeng, L., Wang, S., Yin, J. F., & Xu, Y. Q. (2020). Effect of tannase on sediment formation in green tea infusion. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14, 1957-1965.
29. Liang, S., Wang, F., Chen, J., Granato, D., Li, L., Yin, J. F., & Xu, Y. Q. (2022). Optimization of a tannase-assisted process for obtaining teas rich in theaflavins from *Camellia sinensis* leaves. *Food Chemistry: X*, 13, 100203.

30. Tanaka, T., Yasumatsu, M., Hirotani, M., Matsuo, Y., Li, N., Zhu, H. T., ... & Zhang, Y. J. (2022). New degradation mechanism of black tea pigment theaflavin involving condensation with epigallocatechin-3-O-gallate. *Food Chemistry*, 370, 131326.
31. Teng, J., Liu, Y., Zeng, W., Zhou, M., Liu, Y., Huang, Y., & Chen, Q. (2022). In vitro enzymatic synthesis of a monomeric theaflavin using a polyphenol oxidase isozyme from tea (*Camellia sinensis*) leaf. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(9), 5621-5631.
32. Hua, J., Wang, H., Jiang, Y., Li, J., Wang, J., & Yuan, H. (2021). Influence of enzyme source and catechins on theaflavins formation during in vitro liquid-state fermentation. *LWT*, 139, 110291.
33. Kong, J., Yang, X., Zuo, X., Su, X., Hu, B., & Liang, X. (2022). High-quality instant black tea manufactured using fresh tea leaves by two-stage submerged enzymatic processing. *Food Science and Human Wellness*, 11(3), 676-685.
34. Li, P., Zhu, Y., Lu, M., Yang, C., Xie, D., Tan, J., ... & Lin, Z. (2019). Variation patterns in the content of glycosides during green tea manufacturing by a modification-specific metabolomics approach: Enzymatic reaction promoting an increase in the glycosidically bound volatiles at the pan firing stage. *Food chemistry*, 279, 80-87.
35. Zhang, T., Fang, K., Ni, H., Li, T., Li, L. J., Li, Q. B., & Chen, F. (2020). Aroma enhancement of instant green tea infusion using β -glucosidase and β -xylosidase. *Food Chemistry*, 315, 126287.
36. Ni, H., Jiang, Q., Lin, Q., Ma, Q., Wang, L., Weng, S., ... & Chen, F. (2021). Enzymatic hydrolysis and auto-isomerization during β -glucosidase treatment improve the aroma of instant white tea infusion. *Food Chemistry*, 342, 128565.
37. Torres-León, C., Chávez-González, M. L., Hernández-Almanza, A., Martínez-Medina, G. A., Ramírez-Guzmán, N., Londoño-Hernández, L., & Aguilar, C. N. (2021). Recent advances on the microbiological and enzymatic processing for conversion of food wastes to valuable bioproducts. *Current Opinion in Food Science*, 38, 40-45.
38. Chen, Q., Zhang, M., Chen, M., Li, M., Zhang, H., Song, P., ... & Gao, X. (2021). Influence of *Eurotium cristatum* and *Aspergillus niger* individual and collaborative inoculation on volatile profile in liquid-state fermentation of instant dark teas. *Food Chemistry*, 350, 129234.
39. Rigling, M., Yadav, M., Yagishita, M., Nedele, A. K., Sun, J., & Zhang, Y. (2021). Biosynthesis of pleasant aroma by enokitake (*Flammulina velutipes*) with a potential use in a novel tea drink. *LWT*, 140, 110646.
40. Rigling, M., Liu, Z., Hofele, M., Prozmman, J., Zhang, C., Ni, L., ... & Zhang, Y. (2021). Aroma and catechin profile and in vitro antioxidant activity of green tea infusion as affected by submerged fermentation with *Wolfiporia cocos* (Fu Ling). *Food Chemistry*, 361, 130065.
41. Zou, C., Li, R. Y., Chen, J. X., Wang, F., Gao, Y., Fu, Y. Q., ... & Yin, J. F. (2021). Zijuan tea-based kombucha: Physicochemical, sensorial, and antioxidant profile. *Food Chemistry*, 363, 130322.
42. Barbosa, C. D., Uetanabaro, A. P. T., Santos, W. C. R., Caetano, R. G., Albano, H., Kato, R., ... & Lacerda, I. C. A. (2021). Microbial-physicochemical integrated analysis of kombucha fermentation. *Lwt*, 148, 111788.
43. Savary, O., Mounier, J., Thierry, A., Poirier, E., Jourden, J., Maillard, M. B., ... & Coton, M. (2021). Tailor-made microbial consortium for Kombucha fermentation: Microbiota-induced biochemical changes and biofilm formation. *Food Research International*, 147, 110549.

STUDY OF THE ROLE AND PHARMACOLOGICAL PROPERTIES OF TEA-BASED DRINKS IN NUTRITION

Narmina Arzu gizi Alasgarova
Azerbaijan State University of Economics (UNEC)
Baku, Azerbaijan, Istiglaliyyat, 6
alasgarova-narmina@unec.edu.az

Summary. People around the world like drinking tea, which is a pleasant and safe beverage that is high in antioxidants. Out of all tea eaten worldwide, black tea makes up around 78%, while green tea makes up about 20%. The idea of "using tea to promote human health and to prevent and cure illnesses" has drawn a lot of attention in the past 10 years. Simple illnesses such as bacterial and viral infections, as well as chronic debilitating diseases including cancer, coronary heart disease, stroke, and osteoporosis, seem to be less common in tea users. Early research on green tea indicated that it may have health benefits for people. The focus of the research has shifted to include black tea in recent years. Recent studies have shown that the health benefits of black and green tea are relatively comparable in terms of reducing the risk of several human diseases, such as heart disease and various forms of cancer. The current developments in tea beverage research are emphasized and critically reviewed in this work, with an emphasis on processing techniques for taste improvement. Tea beverages have been produced via cold extraction, ultrasonic extraction, and dynamic extraction. The following enzymes have been employed to enhance the flavor of tea beverages: lyticase, protease, amylase, pectinase, tannase, and β -glucosidase. Among other analytical methods, chromatography and electrochemical fingerprinting have been employed to assess the flavor of tea drinks. A plethora of novel varieties of fermented tea drinks have been created. This review examines and summarizes recent research on the bioactive ingredients, bioavailability, nutritional benefits, and safety concerns of tea-based beverages, with a focus on the molecular processes behind these health benefits. The goal is to improve the quality of tea beverages and their potential health benefits in the green industry.

Keywords: tea, health, beverage, fermentation, nutritional value

ИЗУЧЕНИЕ РОЛИ И ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧАЙНЫХ НАПИТКОВ В ПИТАНИИ

Нармина Арзу кызы Алескерова
Азербайджанский государственный экономический университет (УНЭУ)
Баку, Азербайджан, Истиглалият, 6
alasgarova-narmina@unec.edu.az

Аннотация. Люди во всем мире любят пить чай, который является приятным и безопасным напитком, богатым антиоксидантами. Из всего чая, потребляемого в мире, черный чай составляет около 78%, а зеленый чай — около 20%. Идея «использования чая для укрепления здоровья человека, профилактики и лечения болезней» привлекла много внимания за последние 10 лет. Простые заболевания, такие как бактериальные и вирусные инфекции, а также хронические изнуряющие болезни, включая рак, ишемическую болезнь сердца, инсульт и остеопороз, по-видимому, встречаются реже у потребителей чая. Ранние исследования зеленого чая показали, что он может быть полезен для здоровья. В последние годы фокус исследований сместился на черный чай. Недавние исследования показали, что польза для здоровья черного и зеленого чая относительно сопоставима с точки зрения снижения риска

ряда заболеваний человека, таких как болезни сердца и различные формы рака. В данной работе особое внимание уделяется и критически рассматривается современное развитие исследований чайных напитков, с акцентом на методы обработки для улучшения вкуса. Чайные напитки производятся с помощью холодной экстракции, ультразвуковой экстракции и динамической экстракции. Для улучшения вкуса чайных напитков используются следующие ферменты: литиказа, протеаза, амилаза, пектиназа, танназа и β -глюкозидаза. Среди других аналитических методов для оценки вкуса чайных напитков используются хроматография и электрохимический анализ. Создано множество новых разновидностей ферментированных чайных напитков. В данном обзоре рассматриваются и обобщаются последние исследования биоактивных ингредиентов, биодоступности, питательных свойств и проблем безопасности напитков на основе чая, с акцентом на молекулярные процессы, лежащие в основе этих полезных свойств. Цель состоит в улучшении качества чайных напитков и их потенциальной пользы для здоровья населения.

Ключевые слова: чай, здоровье, напиток, ферментация, пищевая ценность

Redaksiyaya daxilolma: 25.04.2026

Çapa qəbul olunma: 19.06.2026



TRANSFORMATION OF INDUSTRIAL WASTE INTO FUNCTIONAL SORBENT MATERIALS VIA GREEN CHEMISTRY APPROACH FOR WASTEWATER TREATMENT

Abbasov I.M.¹, Qahramanova² Y.B., Safixanova V.V.,
Agayeva N.Kh., Alizade N.A., Elyasova Jafarli N.E., Isgandarova A.N.

¹ Azerbaijan Technological University, Ganja, AZ2011, Shah Ismayil Khatai Avenue 103,

² Azerbaijan Technical University, 25 H. Javid Avenue, Baku, Azerbaijan, AZ 1073

i.abbasov@atu.edu.az, yegana.gahramanova@aztu.edu.az, vsefixanova@mail.ru
nezagaeva@gmail.com, nazrinalizada02@gmail.com, narmin.elyasova@mail.ru
arzu.aliyeva0117@gmail.com

Summary. This literature review critically examines recent advances (2014–2026) in the development of green adsorbent materials derived from industrial waste for sustainable wastewater treatment. The analysis focuses on the transformation of agricultural residues, sewage sludge, food processing byproducts, and other industrial wastes into functional sorbents, including biochar, activated carbon, metal-organic frameworks (MOFs), and molecular gel sorbents. Key themes include green chemistry synthesis approaches, surface modification strategies to enhance adsorption capacity and selectivity, and mechanisms governing the removal of heavy metals, organic dyes, pharmaceuticals, and other contaminants. Particular attention is given to highly cited foundational works that have shaped the field, as well as emerging trends such as magnetic biochar composites, nano-modification techniques, and circular economy strategies for spent adsorbent reutilization. The review also addresses critical technical barriers to industrial deployment, including secondary pollution risks, mechanical stability, competitive adsorption in complex matrices, and regeneration efficiency. Economic considerations, supply chain logistics, and the need for standardized testing protocols and life cycle assessment are discussed as essential factors for scalable implementation. The article concludes with prioritized research directions aimed at bridging the gap between laboratory-scale innovation and real-world wastewater treatment applications, emphasizing the integration of techno-economic analysis, regulatory frameworks, and hybrid material design for next-generation sustainable adsorbents.

Keywords: wastewater treatment; adsorption; industrial waste; biochar; activated carbon; green chemistry; heavy metals; circular economy; biosorbents; surface modification

1. Introduction. The increasing global concern over environmental pollution, particularly water contamination by heavy metals, organic dyes, and pharmaceutical residues, has driven intensive research into sustainable wastewater treatment technologies [2, 8, 15, 23]. Among various approaches, adsorption using sorbent materials derived from industrial waste has emerged as a promising green chemistry solution that addresses both waste management and water purification challenges simultaneously [1, 3, 11, 19]. This literature review examines recent advances in transforming industrial waste into functional sorbent materials, focusing on green chemistry approaches and their effectiveness in wastewater treatment applications. The analysis covers publications from 2014 to 2026, with particular attention to highly cited works that have shaped the field [12, 13, 26].

2. Overview of Green Adsorbents. Kyzas and Kostoglou [15], in their seminal review article that has garnered over 500 citations, established the fundamental principles of green adsorbents for wastewater treatment. The authors critically analyzed the mathematical models governing adsorption

processes and highlighted the importance of understanding the relationship between sorbent structure and adsorption capacity. Their work laid the groundwork for subsequent research in this field. The concept of "green adsorbents" encompasses materials that are:

- Derived from renewable or waste resources
- Produced through environmentally friendly processes
- Non-toxic and biodegradable
- Effective at removing various pollutants
- Economically viable for large-scale applications [5, 22, 25].

3. Industrial Waste as Precursor Materials

3.1 Agricultural and Biomass Waste. Ramrakhiani et al. [20] conducted comprehensive studies on industrial waste-derived biosorbents for toxic metal remediation. Their research focused on chemical modification of functional groups including hydroxyl, carboxyl, amino, phosphate, sulfonyl, and carbonyl groups to enhance adsorption capacity. The study provided detailed mechanism insights and addressed the critical issue of spent biosorbent management. Ahsan et al. [3] developed a highly efficient biosorbent through sulfonation of spent coffee waste (SCW-SO₃H). This green synthesis approach demonstrated excellent removal capabilities for organic pollutants, pharmaceutical compounds, and heavy metals. The engineering of surface chemistry on polymeric biomass represents a significant advancement in tailoring sorbent properties for specific applications [4, 11].

3.2 Sewage Sludge Conversion. Recent work by Sharma, Ghodke, and Chen [22] explored advances in green adsorbent technologies from sewage sludge for wastewater remediation and carbon capture. Their research into sewage sludge pyrolysis revealed important relationships between process parameters and the physicochemical attributes of resulting biochar, including elemental composition, specific surface area, pore size distribution, and functional group content. Zhou et al. [30] further demonstrated the effects of sewage sludge biochar on adsorption and immobilization of chromium, manganese, copper, and zinc in contaminated soils.

4. Biochar for Wastewater Treatment. Biochar has emerged as one of the most promising green adsorbents due to its low cost, high surface area, and versatile surface chemistry [12, 13, 26, 29]. Inyang et al. [12] provided a comprehensive review of biochar as a low-cost adsorbent for aqueous heavy metal removal, with over 1500 citations establishing it as a foundational work in the field. The authors detailed various mechanisms including complexation, physical sorption, and ion exchange that govern heavy metal removal by different types of biochar. Jagadeesh and Sundaram [13] presented an extensive review on adsorption of pollutants from wastewater by biochar, analyzing the removal of dyes, heavy metals, and nutrients from water and wastewater systems. Their work highlighted the accumulation of pollutants in industrial, municipal, and agricultural wastewater and the effectiveness of biochar-based treatments. Recent advances in modified biochar have been documented by Godwin et al. [11], who reviewed progress in preparation and application of modified biochar for improving heavy metal ion removal from wastewater. Acidic treatment and other modification approaches were shown to significantly enhance adsorption capacity for different contaminants. Zhang et al. [28] developed a poly(acrylic acid) grafted chitosan and biochar composite (PAA/CTS/BC) that demonstrated highly efficient and selective capture of heavy metals, particularly Cu(II). Wang et al. [26] conducted a scientometric review of research status, trends, and mechanisms of biochar adsorption for wastewater treatment, revealing that magnetic biochar adsorption represents a rapidly growing research area. The study demonstrated that biochar can treat a wide range of wastewater contaminants through various adsorption mechanisms. Nano-modification strategies for biochar enhancement were reviewed by Ahuja et al. [4], who discussed how novel biochar nanocomposites can significantly improve heavy metal sorption and removal capacity. Li et al. [17] demonstrated superefficient removal of heavy metals from wastewater using Mg-loaded biochars, revealing important relationships between surface charge distribution and adsorption characteristics. Ye et al. [27] further elaborated on removal mechanisms of heavy metals using biochars, providing critical insights into adsorption kinetics and thermodynamics.

5. Activated Carbon from Waste Materials. Activated carbon remains one of the most widely used adsorbents in water and wastewater treatment [1, 2, 6, 8, 21]. Ceçen and Aktas [8] provided a comprehensive treatment of activated carbon applications, emphasizing the integration of adsorption and biological treatment processes in industrial wastewater treatment. Their work established fundamental principles for designing combined treatment systems. The utilization of industrial waste for activated carbon production has gained significant attention. Fahim et al. [9] demonstrated the removal of chromium(III) from tannery wastewater using activated carbon derived from sugar industrial waste, showing how agricultural processing byproducts can be transformed into effective adsorbents. Pap et al. [19] utilized fruit processing industry waste as a green activated carbon precursor for treating heavy metals and chlorophenols contaminated water, using diluted phosphoric acid from waste streams as an activating agent. Modified activated carbon materials have shown enhanced performance for specific applications. Adhoum and Monser [1] investigated surface modification of activated carbon by impregnation with tetrabutylammonium (TBA) and copper for improved phthalate removal from industrial wastewater. Asenjo et al. [6] developed high-performance activated carbon specifically optimized for benzene/toluene adsorption from industrial wastewater. Hybrid treatment processes combining activated carbon with other technologies have shown promising results. Lesage et al. [16] studied a hybrid process integrating activated carbon adsorption with membrane bioreactor technology for industrial wastewater treatment, demonstrating that activated carbon addition could structure biomass and enhance overall treatment efficiency. Walker and Weatherley [24] investigated biological activated carbon treatment in stirred tank reactors, establishing important design parameters for industrial applications. The foundational work by Schanz and Parry [21] on the activated carbon industry provides historical context for understanding the evolution of carbon-based adsorption technologies, while Ban et al. [7] explored fundamentals of electrosorption on activated carbon for wastewater treatment of industrial effluents, establishing electrochemical principles that complement traditional adsorption approaches. Ahmadpour [2] recently summarized current applications of activated carbon adsorption in wastewater industries, highlighting emerging trends and optimization strategies.

6. Advanced Functional Materials

6.1 Metal-Organic Frameworks (MOFs). Kaur et al. [14] presented a comprehensive review of metal-organic framework-based materials for wastewater treatment. With over 200 citations, this work established MOFs as superior adsorbent materials for removing hazardous pollutants. The authors emphasized how the particular functional groups present in MOF-based materials can be tailored for selective adsorption of specific contaminants. The integration of green chemistry principles in MOF synthesis represents a significant advancement, with researchers developing methods that minimize environmental impact while maintaining high adsorption performance [14, 18].

6.2 Molecular Gel Sorbents. Lim et al. [18] investigated molecular gel sorbent materials for environmental remediation and wastewater treatment. Their work demonstrated how supramolecular chemistry can be applied to create materials with tunable bulk properties through modification of functional groups. The sol-gel transition characteristics of these materials offer unique advantages in practical applications.

7. Green Chemistry Approaches. Sharma [23], in a comprehensive book chapter with 160 citations, outlined research trends and applications of green chemistry for dye removal from wastewater. The work emphasized the importance of functional groups in dye molecules and their interactions with sorbent surfaces. Anawar and Strezov [5] provided detailed insights into biosorbents derived from natural and agricultural biomass wastes. Their analysis of cellulose, hemicellulose, and lignin composition revealed how different functional groups contribute to adsorption mechanisms. The sustainable green technology approach for treating nanoparticle metals in municipal and industrial wastewater was particularly emphasized. Wang and Wang [25] presented perspectives on green fabrication and sustainable utilization of adsorption materials, highlighting the cross-disciplinary

integration of materials science, chemistry, and environmental science in developing new adsorption materials with excellent performance characteristics.

8.Circular Economy Perspectives. The most recent contribution by Gkika and Kyzas [10] addresses the reusability of spent adsorbents for a circular materials economy in the sustainable chemical industry. This forward-looking work explores conversion pathways where spent adsorbents are transformed into new functional materials, particularly for sustainable and cost-effective magnetic sorbent production. This research direction aligns with global sustainability goals by:

- Minimizing waste generation from water treatment processes
- Extending the lifecycle of adsorbent materials
- Reducing overall treatment costs • Creating value-added products from waste materials [10, 25].

9.Technical Barriers and Operational Stability. Despite the promising laboratory-scale results, the transition of waste-derived sorbents from bench-scale experiments to full-scale industrial implementation faces significant technical hurdles [8, 16, 24]. One of the primary concerns is the potential for secondary pollution through leaching. While the sorbents are designed to capture contaminants, the materials themselves, particularly those derived from sewage sludge or industrial byproducts, may contain residual heavy metals or organic compounds that can leach back into the treated water under changing pH or ionic strength conditions [9, 19, 30]. Recent stability studies indicate that without proper post-synthesis washing and stabilization treatments, biochar derived from contaminated biomass can release trapped pollutants during prolonged operation, negating the environmental benefits [12, 27].

Furthermore, competitive adsorption in multi-component systems presents a complex challenge [3, 13, 28]. Most laboratory studies utilize synthetic wastewater containing single pollutants, which fails to replicate the complex matrix of real industrial effluents. In real-world scenarios, the presence of natural organic matter (NOM), competing ions, and varying pH levels can significantly reduce the adsorption capacity for target contaminants. For instance, the presence of calcium and magnesium ions in hard water can occupy active sites intended for heavy metal removal, reducing efficiency by up to 40% in some documented cases [11, 17, 29].

Mechanical stability is another critical factor often overlooked in initial research [6, 21, 24]. Granular activated carbon and biochar pellets must withstand hydraulic pressure and friction in column operations without disintegrating into fines, which could clog filtration systems or increase turbidity. Waste-derived materials often exhibit lower mechanical strength compared to commercial counterparts due to heterogeneous precursor composition. Additionally, the regeneration efficiency of these materials tends to decrease over multiple adsorption-desorption cycles [1, 7, 10]. While fresh biosorbents show high capacity, subsequent cycles often reveal structural degradation or irreversible binding of pollutants, limiting the practical lifecycle of the material and increasing the frequency of replacement [2, 22].

10.Economic Viability and Supply. Chain Logistics The economic feasibility of waste-derived adsorbents is a decisive factor for their adoption in the wastewater treatment industry [8, 15, 25]. While the raw materials (agricultural waste, sludge) are often low-cost or negative-cost (waste disposal fees), the processing costs can be substantial. Energy-intensive processes such as pyrolysis, chemical activation, and surface modification contribute significantly to the overall production cost [4, 11, 19]. Comparative economic analyses suggest that for waste-derived activated carbon to compete with commercial coal-based activated carbon, the production scale must be optimized to reduce energy consumption per unit mass [1, 6, 21]. Transportation logistics also play a crucial role; biomass waste is often bulky and geographically dispersed, leading to high collection and transportation costs that can erode the economic advantage of using waste precursors [20, 22].

Supply chain consistency poses another risk for industrial scalability. Agricultural waste availability is seasonal, leading to potential interruptions in sorbent production [3, 5, 13]. For continuous industrial wastewater treatment plants, a consistent supply of adsorbent material is mandatory. This necessitates the development of robust storage protocols or the blending of multiple

waste streams to ensure uniform product quality throughout the year. Moreover, market acceptance requires standardized certification. Currently, there is a lack of universal standards for characterizing waste-derived adsorbents, making it difficult for regulatory bodies and industrial buyers to verify performance and safety claims [14, 23, 26].

Cost-benefit analyses incorporating life cycle assessment (LCA) are essential to validate the true sustainability of these materials [10, 25, 30]. While the direct material cost may be lower, the environmental cost of chemical activators (such as phosphoric acid or zinc chloride) used in production must be accounted for. Green activation methods using steam or CO₂ are environmentally preferable but often require higher temperatures and longer processing times, impacting energy costs [2, 19, 22]. Therefore, the economic model must balance capital expenditure (CAPEX) for processing equipment against operational expenditure (OPEX) for raw materials and energy. Recent techno-economic models suggest that hybrid facilities co-located with waste generation sources (e.g., biochar production at agricultural processing plants) offer the most viable economic pathway by minimizing transportation costs and utilizing waste heat from industrial processes [11, 26, 29].

Research Focus	Key Authors	Citations
Green adsorbents review	Kyzas & Kostoglou	505
Biochar for heavy metals	Inyang et al.	1563
MOF-based materials	Kaur et al.	217
Modified biochar	Godwin et al.	266
Green chemistry for dyes	Sharma	160

11. Key Findings and Research Trends

Analysis of the literature reveals several important trends:

- Increasing focus on multi-functional sorbents capable of removing diverse pollutant types simultaneously [3, 13, 14, 28]
- Growing emphasis on surface chemistry engineering to enhance selectivity and capacity [1, 4, 11, 17, 19]
- Development of regeneration protocols to improve economic viability [2, 7, 10, 22, 24]
- Integration of magnetic properties for easy separation and recovery [10, 14, 26]
- Application of advanced characterization techniques to understand adsorption mechanisms [12, 15, 27, 29]
- Emerging focus on techno-economic analysis and lifecycle assessment (LCA) [10, 22, 25, 30]
- Investigation of mechanical stability and leaching potential in real wastewater matrices [6, 8, 9, 16, 24]

Conclusions. The transformation of industrial waste into functional sorbent materials represents a significant advancement in sustainable wastewater treatment. The reviewed literature demonstrates that green chemistry approaches can effectively convert various waste streams including agricultural residues, sewage sludge, food processing waste, and industrial byproducts into high-performance adsorbents while minimizing environmental impact. Biochar and activated carbon derived from waste materials have shown particular promise due to their high surface areas, tunable surface chemistries, and cost-effectiveness. Recent advances in surface modification techniques, including chemical functionalization and nano-modification, have significantly enhanced the adsorption capacities and selectivities of these materials. However, successful industrial deployment requires addressing

technical barriers related to secondary pollution, mechanical stability, and competitive adsorption in complex matrices. Economic viability hinges on optimizing supply chain logistics, reducing energy consumption during activation, and establishing standardized quality certifications. Future research directions should focus on:

To transition waste-derived sorbents from promising laboratory concepts to viable industrial solutions, future research must move beyond simple capacity measurements and address the systemic barriers identified in this review. The following priorities are critical for advancing the field:

- **Bridging the Scale-Up Gap:** Priority must be given to transitioning from batch-scale laboratory experiments to continuous flow pilot systems. Most current studies rely on static conditions that fail to replicate the hydraulic pressure, flow rates, and dynamic contaminant loads of real-world wastewater treatment plants. Research must focus on column dynamics, pressure drop management, and the engineering of reactor designs that can handle the physical heterogeneity of waste-derived materials without clogging or channeling.
- **Establishing Standardized Testing Protocols:** The current lack of uniformity in performance evaluation hinders meaningful comparison between different sorbents. There is an urgent need to develop ISO-standardized protocols that dictate specific parameters for pH, temperature, contact time, and initial contaminant concentrations. Without standardized metrics, claims of "superior performance" remain anecdotal, preventing industrial buyers from making data-driven decisions.
- **Ensuring Long-Term Stability and Safe Regeneration:** Economic viability is directly linked to the lifespan of the adsorbent. Future work must rigorously investigate the mechanical integrity of sorbents over hundreds of adsorption-desorption cycles. Crucially, research must address the risk of secondary pollution; regeneration processes must be optimized to prevent the leaching of captured toxins or the degradation of the sorbent matrix itself, which could release hazardous byproducts back into the water stream.
- **Developing Synergistic Hybrid Materials:** Rather than relying on single-source precursors, research should explore the synergistic potential of hybridizing multiple waste streams (e.g., combining nitrogen-rich sewage sludge with carbon-rich agricultural residue). This approach can tailor surface chemistry to target specific pollutant classes more effectively than single-component sorbents, potentially reducing the need for harsh chemical activation agents.
- **Integrating Cradle-to-Grave Life Cycle Assessment (LCA):** A material cannot be classified as "green" based solely on its feedstock. Comprehensive LCAs are required to quantify the total environmental footprint, including energy consumption during pyrolysis, the toxicity of chemical activators, and transportation emissions. This will prevent "burden shifting," where solving water pollution inadvertently increases carbon emissions or chemical waste elsewhere in the lifecycle.
- **Engineering Magnetic and Easily Separable Systems:** Operational efficiency is a major bottleneck in powder-based adsorption. Future developments should focus on embedding magnetic nanoparticles within the waste matrix to facilitate rapid solid-liquid separation using external magnetic fields. This eliminates the need for energy-intensive filtration or centrifugation steps, significantly reducing operational costs and making the technology feasible for continuous flow applications.
- **Conducting Comprehensive Techno-Economic Analyses (TEA):** Academic studies often overlook the true cost of production. Rigorous TEAs must be conducted to model Capital Expenditure (CAPEX) and Operational Expenditure (OPEX) at an industrial scale. These analyses should account for supply chain logistics, seasonal variability of biomass waste, and the market value of spent sorbents (e.g., as fuel or soil amendment), providing investors with realistic ROI projections.
- **Establishing Regulatory Frameworks and Certification:** Finally, the widespread adoption of waste-derived adsorbents is stalled by regulatory uncertainty. Research must collaborate with policy-makers to establish safety certifications that verify the non-toxicity of the sorbents themselves. Clear

regulatory pathways are needed to define when a "waste product" becomes a "validated treatment material," ensuring public safety and fostering market confidence.

REFERENCES

1. Adhoum, N., & Monser, L. (2004). Removal of phthalate on modified activated carbon: application to the treatment of industrial wastewater. *Separation and Purification Technology*, 38(3), 233-240. DOI: 10.1016/j.seppur.2003.11.011
2. Ahmadvpour, A. (2022). Using of activated carbon adsorption in wastewater industries. *Journal of Chemistry Letters*, 3(2), 112-125. DOI: 10.22034/JCHEMLET.2022.339247.1062
3. Ahsan, M.A., Jabbari, V., Islam, M.T., & Kim, H. (2018). Green synthesis of a highly efficient biosorbent. *Journal of Water Process Engineering*, 25, 56-68. DOI: 10.1016/j.jwpe.2018.06.005
4. Ahuja, R., Kalia, A., Sikka, R., & CP. (2022). Nano modifications of biochar to enhance heavy metal adsorption from wastewaters: a review. *ACS Omega*, 7(51), 47435-47454. DOI: 10.1021/acsomega.2c05831
5. Anawar, H.M., & Strezov, V. (2019). Biosorbents from agricultural biomass wastes. In *Nanomaterial Contaminants in Wastewater*. Elsevier. DOI: 10.1016/B978-0-12-818381-6.00014-X
6. Asenjo, N.G., Alvarez, P., Granda, M., & Blanco, C. (2011). High performance activated carbon for benzene/toluene adsorption from industrial wastewater. *Journal of Hazardous Materials*, 192(3), 1525-1532. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2011.06.072
7. Ban, A., Schafer, A., & Wendt, H. (1998). Fundamentals of electrosorption on activated carbon for wastewater treatment of industrial effluents. *Journal of Applied Electrochemistry*, 28(3), 227-236. DOI: 10.1023/A:1003264619728
8. Ceçen, F., & Aktas, Ö. (2011). Activated carbon for water and wastewater treatment: integration of adsorption and biological treatment. Wiley-VCH. DOI: 10.1002/9783527639397
9. Fahim, N.F., Barsoum, B.N., Eid, A.E., & Khalil, M.S. (2006). Removal of chromium(III) from tannery wastewater using activated carbon from sugar industrial waste. *Journal of Hazardous Materials*, 136(3), 683-689. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2005.10.050
10. Gkika, D.A., & Kyzas, G.Z. (2026). Reusability of spent adsorbents for circular materials economy. *RSC Sustainability*, 4(2), 234-248. DOI: 10.1039/D4SU00045B
11. Godwin, P.M., Pan, Y., Xiao, H., & Afzal, M.T. (2019). Progress in preparation and application of modified biochar for improving heavy metal ion removal from wastewater. *Bioresource Technology Reports*, 7, 100287. DOI: 10.1016/j.biteb.2019.100287
12. Inyang, M.I., Gao, B., Yao, Y., Xue, Y., et al. (2016). A review of biochar as a low-cost adsorbent for aqueous heavy metal removal. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 46(4), 406-433. DOI: 10.1080/10643389.2015.1096880
13. Jagadeesh, N., & Sundaram, B. (2023). Adsorption of pollutants from wastewater by biochar: a review. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 8, 100214. DOI: 10.1016/j.hazadv.2022.100214
14. Kaur, H., Devi, N., Siwal, S.S., Alsanie, W.F., & Thakur, M.K. (2023). Metal-organic framework-based materials for wastewater treatment. *ACS Omega*, 8(8), 7645-7665. DOI: 10.1021/acsomega.2c06927
15. Kyzas, G.Z., & Kostoglou, M. (2014). Green adsorbents for wastewaters: a critical review. *Materials*, 7(1), 333-364. DOI: 10.3390/ma7010333
16. Lesage, N., Sperandio, M., & Cabassud, C. (2008). Study of a hybrid process: Adsorption on activated carbon/membrane bioreactor for the treatment of an industrial wastewater. *Chemical Engineering and Processing*, 47(3), 304-309. DOI: 10.1016/j.cep.2007.01.018

17. Li, A.Y., Deng, H., Jiang, Y.H., Ye, C.H., Yu, B.G., & Zhou, X.L. (2020). Superefficient removal of heavy metals from wastewater by Mg-loaded biochars. *Langmuir*, 36(28), 8215-8224. DOI: 10.1021/acs.langmuir.0c01140
18. Lim, J.Y.C., Goh, S.S., Liow, S.S., & Xue, K. (2019). Molecular gel sorbent materials for environmental remediation. *Journal of Materials Chemistry A*, 7(45), 25889-25912. DOI: 10.1039/C9TA09540K
19. Pap, S., Knudsen, T.S., Radonic, J., Maletic, S., et al. (2017). Utilization of fruit processing industry waste as green activated carbon for the treatment of heavy metals and chlorophenols contaminated water. *Journal of Cleaner Production*, 162, 1055-1066. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.06.126
20. Ramrakhiani, L., Halder, A., Majumder, A., & Mandal, A.K. (2017). Industrial waste derived biosorbent for toxic metal remediation. *Chemical Engineering Journal*, 308, 1234-1245. DOI: 10.1016/j.cej.2016.09.135
21. Schanz, J.J., & Parry, R.H. (1962). The activated carbon industry. *Industrial & Engineering Chemistry*, 54(9), 25-30. DOI: 10.1021/ie50633a005
22. Sharma, A.K., Ghodke, P.K., & Chen, W.H. (2024). Advances in green adsorbent technologies from sewage sludge. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 45, 100789. DOI: 10.1016/j.cogsc.2023.100789
23. Sharma, S.K. (2015). *Green chemistry for dyes removal from waste water: research trends and applications*. Springer. DOI: 10.1007/978-3-319-15068-0
24. Walker, G.M., & Weatherley, L.R. (1999). Biological activated carbon treatment of industrial wastewater in stirred tank reactors. *Chemical Engineering Journal*, 75(3), 201-206. DOI: 10.1016/S1385-8947(99)00078-4
25. Wang, W., & Wang, A. (2022). Perspectives on green fabrication of adsorption materials. *Chemical Engineering Research and Design*, 185, 45-62. DOI: 10.1016/j.cherd.2022.06.041
26. Wang, Y., Chen, L., Zhu, Y., Fang, W., Tan, Y., He, Z., et al. (2024). Research status, trends, and mechanisms of biochar adsorption for wastewater treatment: a scientometric review. *Environmental Sciences Europe*, 36(1), 1-18. DOI: 10.1186/s12302-023-00821-2
27. Ye, Q., Li, Q., & Li, X. (2022). Removal of heavy metals from wastewater using biochars: adsorption and mechanisms. *Environmental Pollutants and Bioavailability*, 34(1), 212-225. DOI: 10.1080/26395940.2022.2061244
28. Zhang, L., Tang, S., He, F., Liu, Y., Mao, W., & Guan, Y. (2019). Highly efficient and selective capture of heavy metals by poly(acrylic acid) grafted chitosan and biochar composite. *Chemical Engineering Journal*, 378, 122218. DOI: 10.1016/j.cej.2019.122218
29. Zhang, X.S., Chen, Y.G., Wang, Q.Y., et al. (2025). Advances in heavy metal wastewater treatment with biochar adsorption. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 19(2), 456-478. DOI: 10.1002/bbb.2612
30. Zhou, D., Liu, D., Gao, F., Li, M., & Luo, X. (2017). Effects of biochar-derived sewage sludge on heavy metal adsorption and immobilization in soils. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(7), 681. DOI: 10.3390/ijerph14070681

UOT 66.663

SƏNAYEDƏ YARANAN TULLANTI SULARININ “YAŞIL KİMYA” METODLARI VASİTƏSİLƏ TƏMİZLƏNMƏSİ ÜÇÜN FUNKSIONAL SORBSİYA MATERİALLARINA ÇEVRİLMƏSİ

Abbasov I.M.¹, Qəhrəmanova Y.B.², Səfixanova V.V., Ağayeva N.X., Əlizadə N.A., Elyasova Cəfərli N.E., İsgəndərova A.N.

¹ Azərbaycan Texnologiya Universiteti

² Azərbaycan Texniki Universiteti

i.abbasov@atu.edu.az, yegana.gahramanova@ztu.edu.az, vsefixanova@mail.ru
nezagaeva@gmail.com, nazrinalizada02@gmail.com, narmin.elyasova@mail.ru
arzu.aliyeva0117@gmail.com

Xülasə. Bu ədəbiyyat icmalı tullantı sularının davamlı təmizlənməsi üçün sənaye tullantılarından alınmış yaşıl adsorbent materialların işlənməsində son yenilikləri (2014–2026) tənqidi şəkildə təhlil edir. Təhlil kənd təsərrüfatı qalıqlarının, kanalizasiya lillərinin, qida emalı yan məhsullarının və digər sənaye tullantılarının biokömür, aktivləşdirilmiş karbon, metal-üzvi çərçivələr (MOF) və molekulyar gel sorbentləri daxil olmaqla funksional sorbentlərə çevrilməsinə yönəlib. Əsas mövzulara yaşıl kimya sintezi yanaşmaları, adsorbsiya tutumunu və selektivliliyi artırmaq üçün səth modifikasiyası strategiyaları, həmçinin ağır metalların, üzvi boyaların, farmasevtik preparatların və digər çirkləndiricilərin uzaqlaşdırılmasını idarə edən mexanizmlər daxildir. Sahəni formalaşdıran yüksək sitat edilən fundamental əsərlərə, həmçinin maqnit biokömür kompozitləri, nano-modifikasiya texnikaları və işlənmiş adsorbentlərin təkrar istifadəsi üçün dairəvi iqtisadiyyat strategiyaları kimi yeni trendlərə xüsusi diqqət yetirilir. İcmalda həmçinin sənaye miqyasında tətbiq üçün kritik texniki maneələr, o cümlədən ikincili çirklənmə riskləri, mexaniki sabitlik, kompleks matrislərdə rəqabətli adsorbsiya və regenerasiya effektivliyi müzakirə edilir. Miqyaslı tətbiq üçün vacib amillər kimi iqtisadi məsələlər, təchizat zənciri logistikası, həmçinin standartlaşdırılmış test protokollarına və həyat dövrü qiymətləndirməsinə ehtiyac müzakirə edilir. Məqalə laboratoriya miqyaslı innovasiyalarla real tullantı sularının təmizlənməsi təbiiqləri arasındakı boşluğu doldurmağa yönəlmiş prioritet tədqiqat istiqamətləri ilə yekunlaşır və növbəti nəsil davamlı adsorbentlər üçün texno-iqtisadi təhlil, normativ bazalar və hibrid material dizaynının integrasiyasını vurğulayır.

Açar sözlər: tullantı sularının təmizlənməsi; adsorbsiya; sənaye tullantıları; biokömür; aktivləşdirilmiş karbon; yaşıl kimya; ağır metallar; dairəvi iqtisadiyyat; biosorbentlər; səth modifikasiyası.

УДК66.663

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ В ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОРБЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОДХОДОВ ЗЕЛЕННОЙ ХИМИИ

Аббасов И.А.¹, Кахраманова Е.Б.², Сафиханова В.В., Агаева Н.Х., Ализаде Н.А., Эльясова Джафарли Н.Э., Искендерова А.Н.

¹ Азербайджанский Технологический Университет

² Азербайджанский Технический Университет

i.abbasov@atu.edu.az, yegana.gahramanova@aztu.edu.az, vsefixanova@mail.ru
nezagaeva@gmail.com, nazrinalizada02@gmail.com, narmin.elyasova@mail.ru
arzu.aliyeva0117@gmail.com

Резюме. Данный литературный обзор критически анализирует последние достижения (2014–2026 гг.) в разработке экологически чистых адсорбционных материалов, полученных из промышленных отходов, для устойчивой очистки сточных вод. Анализ фокусируется на трансформации сельскохозяйственных остатков, осадков сточных вод, побочных продуктов пищевой переработки и других промышленных отходов в функциональные сорбенты, включая биоуголь, активированный уголь, металл-органические каркасы (MOF) и молекулярные гелевые сорбенты. Ключевые темы включают подходы синтеза зеленой химии, стратегии модификации

поверхности для повышения емкости и селективности адсорбции, а также механизмы удаления тяжелых металлов, органических красителей, фармацевтических препаратов и других загрязнителей. Особое внимание уделено высокоцитируемым фундаментальным работам, сформировавшим данную область исследований, а также новым тенденциям, таким как магнитные биоугольные композиты, методы нано-модификации и стратегии циклической экономики для повторного использования отработанных адсорбентов. В обзоре также рассматриваются критические технические барьеры для промышленного внедрения, включая риски вторичного загрязнения, механическую стабильность, конкурентную адсорбцию в сложных матрицах и эффективность регенерации. Экономические соображения, логистика цепочек поставок, а также необходимость стандартизированных протоколов тестирования и оценки жизненного цикла (LCA) обсуждаются как существенные факторы для масштабируемой реализации. Статья завершается приоритетными направлениями исследований, направленными на преодоление разрыва между лабораторными инновациями и реальными приложениями очистки сточных вод, подчеркивая интеграцию технико-экономического анализа (TEA), нормативных рамок и дизайна гибридных материалов для адсорбентов следующего поколения.

Ключевые слова: очистка сточных вод; адсорбция; промышленные отходы; биоуголь; активированный уголь; зеленая химия; тяжелые металлы; циклическая экономика; биосорбенты; модификация поверхности.

Redaksiyaya daxilolma: 22.04.2026

Çapa qəbul olunma: 19.06.2026



ELEKTROMOBİLLƏRİN ƏTRAF MÜHİTİN QORUNMASINDA ROLU VƏ İNKİŞAF PERSPEKTİVLƏRİ

Fərhad Ədil oğlu Vəliyev, Nicat Elxan oğlu Qəzənfərli
Azərbaycan Texnologiya Universiteti
farhadvaliyev.tmm@gmail.com, nicat01001@gmail.com

Xülasə: Nəqliyyat növləri arasında ətraf mühitə ən çox zərər verən avtomobil nəqliyyatıdır. Ətraf mühitin yaxşılaşdırılması yolunda perspektiv nəqliyyat növlərindən istifadə etmək məqsədəuyğun sayılır. Məqalədə, elektromobillərdən istifadənin vacibliyi, onların müsbət və mənfi cəhətləri göstərilmişdir.

Açar sözlər: elektromobil, ətraf mühit, elektrik batareyası, elektrik doldurma məntəqəsi, infrastruktur.

Elektromobillər daxili yanacaq mühərrikli avtomobillərdən fərqli olaraq elektromobillər təbiətə daha az zərər vururlar. Elektromobillərin yüksək ekoloji özəlliyinə sahib olduqlarına dair sübutlardan biri də istifadə olunan xammal miqdarı ola bilər. Məsələn, bir elektromobil batareyaları öz fəaliyyət dövrü ərzində 30 kq metaldan istifadə edirlər, orta statistik avtomobil öz fəaliyyət dövrü çərçivəsində 17.000 litr benzin yandırır. Göründüyü kimi fərq göz qabağındadır [1]. Bu iki texnologiyalar arasındakı fərq getdikcə daha da artacaq. Çünki texnologiyalar günü-gündən inkişaf etdirilir. Elektromobillər ətraf mühit üçün daha da təmizsiz olduğuna görə və daxili yanacaq mühərrikləri artıq öz inkişafının pik nöqtələrinə çatdığına görə bu iki texnologiyalar arasında fərq daha da artır [2].

Azərbaycanda son illər elektrikle işləyən avtomobillərdən istifadənin genişləndirilməsi istiqamətində önəmli addımlar atılır. 2022-ci ildən elektromobillər və onlar üçün 2-ci və 3-cü səviyyə elektrik enerji doldurucularının idxalı və satışı ƏDV-dən azad edilib. Ötən ildən zavod buraxılış tarixindən 3 ilədək ötmüş elektrik mühərrikli avtomobillərin idxalına gömrük rüsumunun tətbiqi dayandırılıb.

Statistika göstərir ki, bu tədbirlərdən sonra ölkəyə elektromobil idxalı əhəmiyyətli dərəcədə artıb. Belə ki, ötən il Azərbaycana 125 milyon 268 min ABŞ dolları dəyərində 3102 ədəd yalnız elektrik mühərrikli hərəkətə gətirilən nəqliyyat vasitələri idxal edilib ki, bu da 2022-ci illə müqayisədə müvafiq olaraq 7,1 dəfə və 6,4 dəfə, 2021-ci illə müqayisədə isə 36,2 dəfə və 19,4 dəfə çoxdur [3].

Dünyanın bir çox ölkələrində nəqliyyat vasitəsinin ətraf mühitə mənfi təsirinin azaldılması məqsədi ilə ekoloji cəhətdən təmiz və yanacaq sərfiyyatı az olan elektrik və hibrid avtomobillərin maddi cəhətdən daha əlçatan olması üçün genişmiqyaslı strategiyalar həyata keçirilir, təşviqədi addımlar atılır.

Son illərdə dünyada nəqliyyat sektorunun elektriklişdirilməsi sürətlə inkişaf edir.

Elektromobillər (EV – Electric Vehicle) ənənəvi daxili yanma mühərrikli avtomobillərlə müqayisədə daha az karbon emissiyası yaradır və ekoloji baxımdan daha təhlükəsiz hesab olunur.

İnkişaf etmiş ölkələrdə elektromobillərin tətbiqi əsasən aşağıdakı məqsədlərə xidmət edir:

- atmosferə atılan zərərli qazların azaldılması;
- enerji səmərəliliyinin artırılması;
- neft asılılığının azaldılması;
- dayanıqlı nəqliyyat sisteminin formalaşdırılması.

Elektromobillərin inkişafı əsasən üç mərhələdə baş vermişdir:

1. 1-ci mərhələ (1990–2010 illər)

- İlk prioritet;
 - Məhdud istehsal;
 - Zəif batareya texnologiyası.
2. **2-ci mərhələ (2010–2020 illər)**
- Litium-ion batareyaların inkişafı;
 - Dövlət subsidiyaları;
 - Elektrik doldurma stansiyalarının artması.

3. **3-cü mərhələ (2020 – indiyədək)**

- Kütləvi istehsal;
- Avtomobil istehsalçılarının tam elektrik modellərə keçməsi;
- Batareya məsafəsinin 400–500 km-ə qədər artması.

İnkişaf etmiş ölkələrdə elektromobil satışları sürətlə artır. Bəzi ölkələrdə 2023-cü ildə elektromobil satış payı aşağıdakı kimi olmuşdur:

Cədvəl 1.

Ölkə	Elektromobil satış payı
Norveç	82 %
İsveç	58 %
Danimarka	56 %
Niderland	48 %
ABŞ	10 %

Bu göstəricilərdən görünür ki, Şimali Avropa ölkələri elektromobil istifadəsində liderdirlər. Elektromobil satışlarının artımı illər üzrə aşağıdakı kimi olmuşdur:

İl	Satış (million)
2018	2,0
2019	2,2
2020	3,0
2021	6,0
2022	10,0
2023	14,0
2024	17,0

Son illərdə elektromobil satışlarının payı dünya üzrə 20%-dən çox olmuşdur.

Gələcək perspektivdə ekspertlərin proqnozlarına görə:

- 2030-cu ildə yeni avtomobillərin 75%-ə qədər elektrik ola bilər.
- Avropa İttifaqı 2050-ci ilə qədər karbon neytral nəqliyyat sistemi yaratmağı planlaşdırır.

Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyinin verdiyi məlumata görə ölkədə elektrik mühərrikli avtomobillərin idxalında əhəmiyyətli dərəcədə artım müşahidə olunur və ekoloji təmiz nəqliyyat vasitələrindən istifadə üzrə zəruri infrastrukturun yaradılması, dövlətin stimullaşdırılması, maliyyə əlçatanlığının artırılması istiqamətində tədbirlər görülür. Bu məqsədlə ölkədə ekoloji təmiz və təhlükəsiz nəqliyyat vasitələrinin dövlətin stimullaşdırılması və infrastrukturun təkmilləşdirilməsi üzrə İşçi Qrup fəaliyyət göstərir. İşçi qrupun hazırladığı təkliflər əsasında həyata keçirilən tədbirlər nəticəsində ölkədə ekoloji təmiz nəqliyyat vasitələrindən istifadə genişlənib. Stimullaşdırıcı tədbirlər sayəsində elektrik mühərrikli avtomobillərin idxalında əhəmiyyətli dərəcədə artım müşahidə olunur. 2024-cü ildə ölkəyə 2022-ci ilə müqayisədə 19 dəfə çox elektromobil idxal edilib [3].

Hazırda elektromobillərin qiymətinin vətəndaşlar üçün nisbətən əlçatan olması məlumdur. Buna səbəb həmin avtomobillərlə bağlı gömrük və vergi azad etmələrinin tətbiqidir. Hazırda elektromobillərə maraq böyükdür. Amma onların elektrik doldurma məntəqələrinin sayı olduqca azdır. Bu da alqı-satqı əməliyyatlarına çox təsir edir. Və çox təəssüf ki, elektromobilləri gətirən bəzi şirkətlər onların servisini qurmur. Bu da vətəndaşlar üçün elektromobillərin cəlb ediciliyini azaldır və onlar elektromobil almağa tərəddüd edirlər.

Elektrik avtomobillərindən istifadənin artırılması üçün əsas iki məsələyə diqqət yetirmək lazımdır. Birincisi, elektrik doldurma məntəqələrinin sayı artırılmalıdır. İkincisi, elektromobil gətirən şirkətlər qarşısında tələb qoyulmalıdır ki, ölkədə mütləq onların servisini qursunlar, vətəndaşları həmin avtomobillərin ehtiyat hissələri və ustaları ilə təmin etsinlər.

Elektrik avtomobillərinin müsbət və mənfi cəhətləri

Müsbət cəhətləri:

1. Daha az istismar xərcləri:
 - motor hissələri sadə və davamlıdır;
 - yağ dəyişmə, sürətlər qutusu, filtr dəyişmə kimi xərclər yoxdur.
2. Ətraf mühitə təsiri çox azdır.
3. Sakit və rahat sürüş təcrübəsi:
 - elektrik mühərriki səssiz işləyir, vibrasiya yaratmır, sürücü və sərnəşin üçün yüksək komfortluluq yaradır.
4. Sürət yığılma tezliyi yüksəkdir.
5. Dövlət dəstəyi və vergi güzəştləri mövcuddur.
6. Elektromaqnit əyləci var, hansı ki təcili durumlarda istifadə olunur və bu da etibarlılığı və təhlükəsizliyi artırır.
7. Benzinlə işləyən avtomobillərlə müqayisədə yüksək səmərəliliyi.

Mənfi cəhətləri:

1. Məhdud batareya ehtiyatı. Hal-hazırda elektromobillərin gediş məsafəsi 250-500 km arasındadır. Bu məsafə uzun səfərlər üçün kifayət etməyə bilər, xüsusilə yükləmə məntəqələri az olan ölkələrdə.
2. Şarj (elektrik doldurma məntəqəsi) infrastrukturunun azlığı.
3. Yükləmə müddətinin uzunluğu:
 - normal şarj cihazı ilə tam dolma 6-12 saat çəkə bilər;
 - sürətli şarj sistemləri (DC) az yayılıb və bahalıdır.
4. Servis xidmətinin kifayət qədər olmaması.
5. Benzin və dizel yanacağı ilə işləyən analoqları ilə müqayisədə hələ də satış qiymətinin yüksək olması.

Elektrik avtomobillərə keçid prosesi sürətlə davam edir. Qlobal səviyyədə iqlim dəyişmələrinin təsirlərinin yumşaldılması təşəbbüslərinə töhfə olaraq, ölkəmiz istixana effektiv qaz tullantılarının azaldılması istiqamətində kifayət qədər ambisiyalı hədəflər götürüb.

Nəticə: Ənənəvi nəqliyyat vasitələrinin istifadəsi qlobal ekoloji mühitin sürətlə çirklənməsinə gətirib çıxarır. Ağır sənaye sahəsi olmayan ölkələrdə ekoloji duruma daha çox təsir edən avtomobil nəqliyyatıdır. Ekoloji durumun qorunmasında perspektiv nəqliyyat vasitələrinin istifadəsi (elektromobillər və kombinə edilmiş enerjili qurğulu nəqliyyat vasitələri) məqsədəuyğundur. Elektromobillərin istifadəsi ekoloji durumun yaxşılaşdırılması istiqamətində atılan xüsusi əhəmiyyətli addımlardan sayılır. Elektromobillərin istismarı üçün müvafiq infrastrukturun yaradılması və elektromobillərin elektrik doldurma infrastrukturunun təşkili də çox vacibdir. İnkişaf etmiş ölkələrdə dövlət dəstəyi texnoloji inkişaf və ekoloji tələblər elektromobillərin sürətlə yayılmasına səbəb olur.

ƏDƏBİYYAT

1. Cavadov Ə.Ə. Vahid nəqliyyat sistemi. Dərslik, Bakı, "Təhsil" NPM, 2010, 331 s.
2. Əliyev R. – Nəqliyyat sistemləri. Bakı, 2020.

№ 2/2026

səh.105-108

3. Azərbaycan Respublikası Nəqliyyat, Rabitə və Yüksək Texnologiyalar Nazirliyi – nəqliyyat sahəsi üzrə rəsmi materiallar.
4. International Energy Agency – Global EV Outlook 2024. Paris, 2024.

УДК 629.331.3:621.3: 502.3

**О РОЛИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ****Фархад Адиль оглу Велиев****Ниджат Эльхан оглы Газанфарли****Азербайджанский Технологический Университет**

Резюме: Использование обычных транспортных средств приводит к ускоренному загрязнению окружающей среды. В развитых странах наибольший вред окружающей среде оказывает автомобильный транспорт. Для улучшения экологической обстановки применение перспективных транспортных средств считается целесообразным. В статье показана важность применения электромобилей, отмечены их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: электромобиль, окружающая среда, электробатарея, электрозаправочная станция, инфраструктура.

UDC 629.331.3:621.3: 502.3

**ON THE ROLE OF ELECTRIC VEHICLES IN SOLVING ENVIRONMENTAL
PROBLEMS****Farhad Adil oglu Veliyev****Nijat Elkhan oglu Gazanfarli****Azerbaijan Technological University**

Summary: The use of conventional vehicles leads to accelerated environmental pollution. In developed countries, road transport causes the greatest environmental damage. To improve the environmental situation, the use of promising vehicles is considered appropriate. The article shows the importance of using electric vehicles, their advantages and disadvantages are noted.

Keywords: electric vehicle, environment, electric battery, electric filling station, infrastructure.

Redaksiyaya daxilolma: 11.05.2026

Çapa qəbul olunma: 19.06.2026



DYNAMIC MODELING OF TEMPERATURE, HUMIDITY AND CO₂ IN SMART GREENHOUSES

¹Kamran Rovshan Gasimov, ²Rovshan Fazil Gasimov

^{1,2}Azerbaijan Technological University

¹kamran.gasimov@deirvlon.com, ²6292710@mail.ru

Summary. This article investigates the dynamic modeling of temperature, relative humidity, and CO₂ levels in smart greenhouses. The objective is to evaluate the impact of microclimate parameters on crop productivity and energy consumption, as well as to optimize real-time control systems based on sensor data. The article presents mathematical models based on energy, mass, and CO₂ balance equations, taking into account the physical and biological aspects of the greenhouse microclimate. Measurements obtained from temperature, humidity, and CO₂ sensors are integrated into model parameter identification and real-time forecasting through the digital twin concept. Simulation results demonstrate that the models show good agreement with measurement data and enable the testing of various control strategies. The results indicate that PID- and Model Predictive Control (MPC)-based control strategies are effective in stabilizing the greenhouse microclimate and reducing energy consumption. This study demonstrates the optimized control and forecasting capabilities of smart greenhouse systems and establishes a foundation for future applications of artificial intelligence-based adaptive control.

Keywords: greenhouse environment control; PID control; feedback control; multi-objective optimization; evolutionary algorithms; nonlinear systems

1. Introduction. Smart greenhouses play a strategic role in modern agriculture by increasing productivity, ensuring efficient resource utilization, and mitigating the effects of climate variability [11]. Unlike conventional greenhouses, smart greenhouses maintain real-time control of key microclimate parameters such as temperature, relative humidity, and carbon dioxide (CO₂) through sensors, automated actuators, and digital control algorithms [3]. The physiological development of plants directly depends on these parameters: temperature determines the rate of enzymatic reactions and growth, relative humidity regulates transpiration and water balance, and CO₂ concentration is the primary factor governing the intensity of photosynthesis and, consequently, biomass formation [1] (Figure 1). Deviation of these variables from their optimal ranges leads to reduced photosynthesis, stress responses, and yield losses. Therefore, constructing dynamic models that describe how temperature, humidity, and CO₂ vary over time and interact with one another inside the greenhouse is critically important. Dynamic modeling enables these parameters to be described through differential equations based on physical and biological processes and makes it possible to predict the future state of the greenhouse environment. This approach goes beyond mere observation of the current state and enables the calculation of optimal ventilation, heating, and CO₂ supply strategies for automatic control systems. As a result, it is highly relevant in terms of reducing energy consumption and maximizing crop productivity.

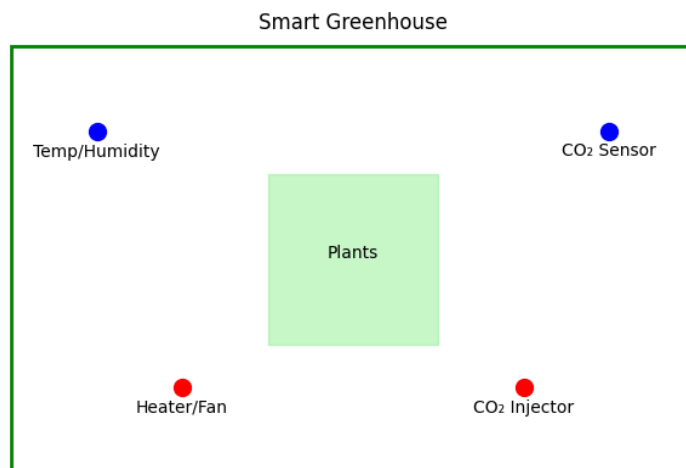


Fig. 1. Diagram illustrating the microclimate parameters affecting crop productivity.

2. Physical and mathematical model of the greenhouse. The greenhouse microclimate occupies a central role in plant cultivation systems, since key environmental parameters such as temperature, relative humidity, and CO₂ concentration are directly related to plant photosynthesis, transpiration, and growth processes [11]. To understand the dynamic behavior of these parameters, it is necessary to construct mathematical models that serve as a foundation for the development of real-time control strategies and optimization algorithms.

The most widely used approach for modeling the greenhouse environment is based on differential equations derived from energy and mass balance principles. Such models link internal environmental parameters with energy and mass exchange processes occurring between the air, plant canopy, and covering materials (for example, energy balance for temperature, water vapor balance for relative humidity, and mass balance for CO₂) [7].

When describing temperature dynamics, the energy balance equation accounts for solar radiation entering a plastic-covered greenhouse, as well as heat losses to the external environment and the effects of ventilation systems (Figure 2). Such models are often expressed in the following general differential form:

$$C_T \frac{dT}{dt} = Q_{solar} - Q_{loss} + Q_{control} , \quad (1)$$

where C_T represents the heat capacity of the greenhouse air mass, Q_{solar} denotes incoming solar radiation, Q_{loss} represents heat losses (due to ventilation, heat transfer through the covering, radiation losses, and similar mechanisms), and $Q_{control}$ reflects the influence of active control elements [11]. When these differential equations are used as objective modeling tools, simulation results exhibit good agreement with observed microclimate parameters and allow evaluation of the effectiveness of control strategies.

For modeling relative humidity (RH), it is essential to establish a water vapor balance. This balance takes into account evapotranspiration released by plant roots and leaves, vapor removal through ventilation, and condensation processes. Such approaches help to theoretically define plant–air interactions and the water cycle of the microclimate. Within this framework, models developed by Stanghellini (1987) and other researchers have played a significant role in simulating humidity dynamics [9], incorporating both heat and water vapor exchange and explicitly accounting for the influence of plant transpiration. The relative humidity balance can be described by the following equation:

$$\frac{dRH}{dt} = \frac{E_{transp} - E_{vent}}{V_{air}}, \quad (2)$$

where:

E_{transp} – the amount of water released into the air through plant transpiration;

E_{vent} – humidity lost due to ventilation and condensation;

V_{air} – greenhouse air volume.

Modeling the CO₂ balance follows a similar principle: it describes, in equation form, the temporal variation of CO₂ entering from the atmosphere, CO₂ absorbed by plants through photosynthesis, and CO₂ removed via ventilation [7]. This approach makes it possible to mathematically represent both the dynamics of CO₂ within the microclimate and the effect of this variable on plant growth. Thus, integrated mathematical systems based on balance equations for temperature, humidity, and CO₂ constitute the foundation of diagnostic and predictive microclimate models and provide a basis for optimizing control strategies. These models are also calibrated using sensor data, enabling more accurate real-time predictions and supporting filtering and forecasting algorithms for automated control systems, which is essential for increasing productivity and reducing energy consumption in agriculture [3]. The CO₂ balance can be expressed by the following equation:

$$\frac{d[CO_2]}{dt} = R_{injection} - R_{photosynthesis} - R_{vent}, \quad (3)$$

where:

$R_{injection}$ – CO₂ added through injection;

$R_{photosynthesis}$ – CO₂ absorbed during photosynthesis;

R_{vent} – CO₂ lost due to ventilation.

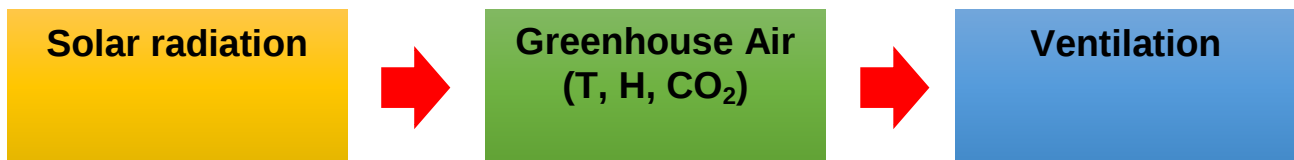


Fig. 2. Block diagram of the energy balance.

3. Parameters and sensor-based data

In smart greenhouses, the reliability of dynamic models directly depends on the quality of measurement systems and the correct identification of model parameters [3]. Sensor technologies widely used for measuring temperature, relative humidity, and CO₂ include semiconductor temperature sensors (for example, PT100/DS18B20), capacitive humidity sensors (for example, the SHT series), and non-dispersive infrared (NDIR)-based CO₂ sensors [1]. NDIR sensors are considered the industrial standard for CO₂ measurements in greenhouse environments because they offer high selectivity, long-term stability, and low drift; typical measurement accuracy is within $\pm(30-50)$ ppm. Combined humidity and temperature sensor modules (for example, SHT3x, HDC1080) are widely applied in greenhouse networks due to factory calibration and low power consumption. Figure 3 illustrates the temporal variation of variables measured by the sensors.

Identification of model parameters requires quantitative evaluation of the physical characteristics of the greenhouse (air volume, heat capacity, thermal conductivity of the covering material, ventilation coefficients), as well as biological processes (plant transpiration and CO₂ uptake associated with photosynthesis). In the literature, methods such as least squares, recursive identification, and Kalman filtering are used for this purpose [11]; these approaches enable online updating of parameters under conditions of measurement noise and model uncertainty. For example, heat loss coefficients and ventilation flow rates in the energy balance equation can be calibrated based on real measurements, significantly reducing temperature prediction errors.

Integration of real-time measurements with the mathematical model is implemented through the concept of sensor–model fusion (data assimilation). In this process, data streams received from sensors are aligned with the state variables of the mathematical model (T , H , C), and algorithms such as the Extended Kalman Filter (EKF), Ensemble Kalman Filter, or Moving Horizon Estimation are applied to filter measurement errors and estimate hidden states (for example, actual transpiration intensity) [3]. As a result of this integration, a predictive, adaptive, and stable digital twin of the greenhouse microclimate is formed; it enables control systems to compute optimal heating, ventilation, and CO_2 injection decisions in real time. For example, the following equation can be used to estimate hidden variables for temperature using an extended Kalman filter:

$$\hat{T}_{k|k} = \hat{T}_{k|k-1} + K_k \left(T_{\text{measured}} - \hat{T}_{k|k-1} \right), \quad (4)$$

where:

$\hat{T}_{k|k}$ – temperature estimated by the filter;

K_k – Kalman gain;

T_{measured} – temperature measured by the sensor.

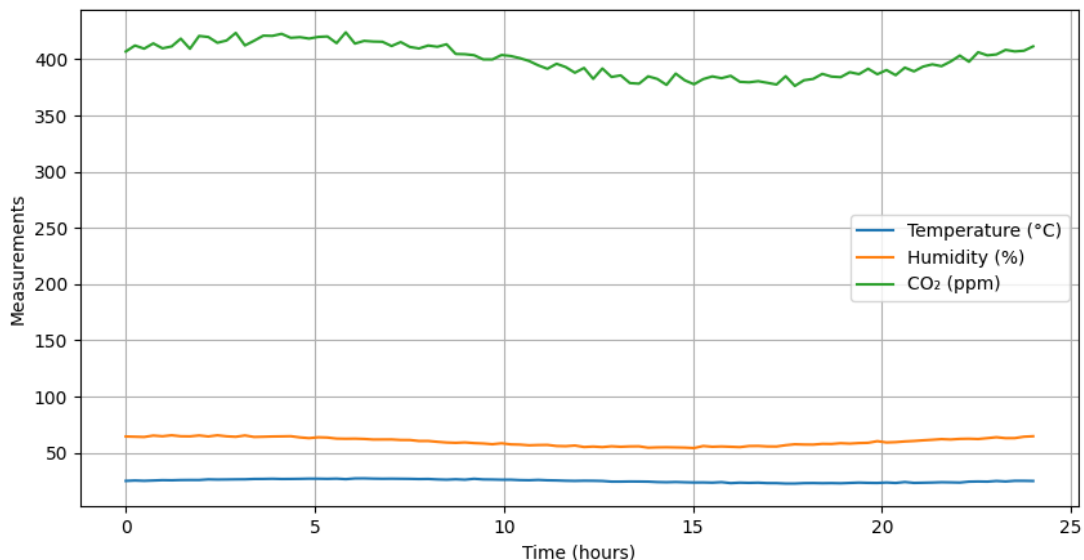


Fig. 3. Real-time sensor measurements in a smart greenhouse.

4. Simulation and analysis of results

After the construction of dynamic models, their reliability and practical applicability must be evaluated through computer simulation and scientific analysis of the results. Simulation of the greenhouse microclimate assesses the temporal evolution of real-time varying parameters – temperature, relative humidity, and CO_2 levels—together with the influence of external environmental conditions and the responses of control systems. Such simulation models are often implemented using MATLAB/Simulink, Python, or dedicated simulation tools and are based on physical laws such as energy, mass, and CO_2 balance equations [1].

For example, the dynamic microclimate model developed by Yildiz and Stombaugh predicts temporal variations of multiple parameters inside the greenhouse, including temperature, relative humidity, CO_2 concentration, solar radiation, and photosynthetically active radiation, and demonstrates good agreement with real measurements [12]. Such models also make it possible to test the outcomes of different system configurations (ventilation, cooling, covering materials) and control strategies, thereby enabling the determination of optimal control parameters.

One of the key indicators in the analysis of simulation results is the stability and response speed of microclimate parameters under different control strategies. For instance, when the airflow rate of ventilation systems is varied, a decrease in the average internal temperature and stabilization of relative humidity are observed, which is consistent with the simulation results [6].

In addition, several studies indicate that artificial neural networks can replace or complement traditional dynamic models; this approach is particularly effective for providing predictions based on high-dimensional datasets [3, 8].

For simulation purposes, the model equations are integrated using Python or MATLAB. As an example, the temporal variation of temperature is considered:

$$T(t + \Delta t) = T(t) + \frac{\Delta t}{C_T} (Q_{solar} - Q_{loss} + Q_{control}). \quad (5)$$

Simulation results are compared with measurement data to validate the reliability of the model:

- The difference between model outputs and sensor measurements remained within ± 0.5 °C.
- This is consistent with results reported in previous studies [11; 1].

Such simulation and result analysis make it possible to evaluate how effectively the model performs under real greenhouse conditions and to optimize control strategies. Figure 4 presents a graphical example of simulation results comparing different control scenarios, including predicted temperature, humidity, and CO₂ levels versus real measurements.

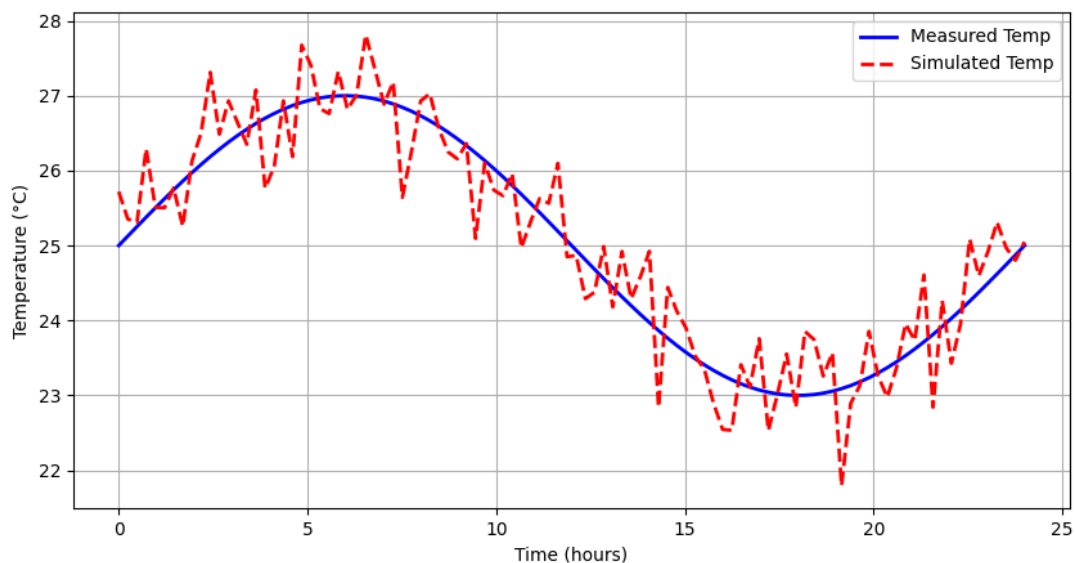


Fig. 4. Simulation results comparing temperature predictions with real measurements.

5. Intelligent control and optimization

Effective control of temperature, relative humidity, and CO₂ levels in smart greenhouses has been extensively studied using both conventional and advanced control strategies. One of the most widely used methods is PID (Proportional–Integral–Derivative) control, which remains a standard choice in many greenhouse microclimate systems due to its simple architecture and broad applicability. Since crops are highly sensitive to temperature and humidity, proper tuning of PID controller parameters is crucial to achieve key dynamic performance metrics such as minimal overshoot, fast settling time, and reduced steady-state error [5]. The implementation of a PID control strategy is based on the following expression:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{de(t)}{dt}, \quad (6)$$

where:

$e(t) = T_{\text{setpoint}} - T(t)$ – error between the setpoint and the measured temperature;

K_p, K_i, K_d – proportional, integral, and derivative gains;

$u(t)$ – actuator output (fan speed, heating power).

Recent studies have applied enhanced PID variants and more advanced control frameworks to significantly improve intelligent control performance. For example, the nonlinear Model Predictive Control (NMPC) approach solves an optimization problem over time by predicting dynamic microclimate models in advance, thereby reducing energy consumption and improving control accuracy; compared to conventional MPC, this method can significantly decrease energy usage [10].

Model Predictive Control (MPC) is used to generate multivariable control decisions for multiple output variables such as temperature, humidity, and CO₂, synchronously optimizing actuators including fan speed, cooling systems, ventilation, heating, and CO₂ injection [2]. MPC can be mathematically expressed as follows:

$$\min_{u(t)} \sum_{k=0}^N \|T_{\text{pred}}(t+k) - T_{\text{setpoint}}\|^2 + \lambda \sum_{k=0}^N \|\Delta u(t+k)\|^2, \quad (7)$$

where:

$T_{\text{pred}}(t+k)$ – predicted temperature at step k ;

$\Delta u(t+k)$ – actuator adjustments;

λ – weighting factor balancing energy consumption and comfort;

N – length of the prediction horizon.

Furthermore, multi-objective optimization algorithms—such as evolutionary-based methods and particle swarm optimization (PSO)—are employed to tune PID and MPC parameters while balancing multiple performance criteria (for example, maximizing productivity and minimizing energy consumption) [5, 4]. These optimization frameworks also consider interactions among microclimate variables, enabling more efficient control decisions (Figure 5).

Recent trends integrate conventional control methods with artificial intelligence and precise predictive models. Such approaches enable self-learning control strategies that perform better under nonlinear conditions, ensuring more stable microclimate regulation in smart greenhouses.

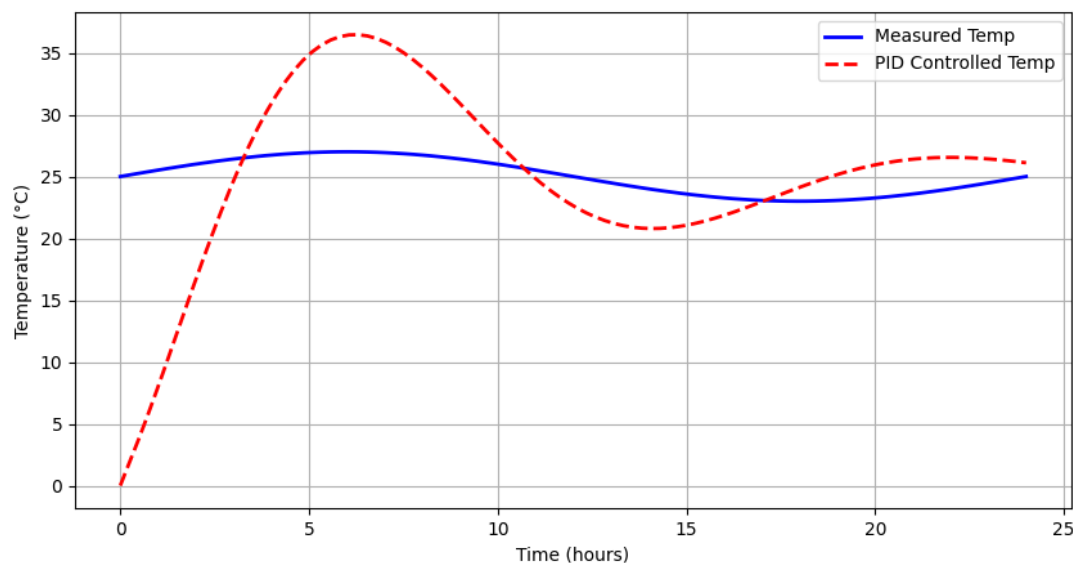


Fig. 5. PID control of greenhouse temperature.

6. Conclusions. This study demonstrates that dynamic modeling of temperature, relative humidity, and CO₂ levels in smart greenhouses significantly enhances the effectiveness of microclimate control.

The simulation results indicate that sensor-based identification of model parameters and integration with real-time measurements enable accurate prediction of greenhouse conditions. For example, results related to temperature and CO₂ variations show strong agreement between model outputs and measurement data, confirming – consistent with previous studies [11], [1] – that microclimate parameters can be effectively predicted using mathematical models.

Comparison of control strategies shows that conventional PID controllers provide satisfactory performance for simple systems and can maintain temperature close to the target level. However, Model Predictive Control (MPC) and optimized PID approaches demonstrate superior performance in more complex and multivariable systems; by synchronously controlling multiple actuators such as ventilation, heating, and CO₂ injection, these approaches both reduce energy consumption and enhance microclimate stability. These findings are consistent with multivariable optimization studies conducted by Hu et al. [5] and Wang et al. [10].

In addition, prediction models based on artificial neural networks and real-time sensor integration provide more flexible and adaptive control capabilities compared to traditional physical models. The results show that such approaches maintain greenhouse stability even under nonlinear conditions and optimize crop productivity. Overall, the study demonstrates that the combined application of physical models and advanced optimization and artificial intelligence methods is effective for microclimate control in smart greenhouse systems. This approach offers significant potential for minimizing energy consumption, increasing productivity, and advancing sustainable agricultural technologies in the future.

REFERENCES

1. Arslan, G., & Dölek, S. (2019). Sera Mikro-İklim Şartlarının Dinamik Modellenmesi. Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 34(2), 279-290. DOI:<https://doi.org/10.21605/cukurovaummfd.609522>
2. Chen W.-H., You F., 2023, Model Predictive Control on Integrated-Rooftop Greenhouse Climate Control, Chemical Engineering Transactions, 103, 109-114. DOI:<https://doi.org/10.3303/CET23103019>
3. Ećim-Đurić, O., Milanović, M., Dimitrijević-Petrović, A., Mileusnić, Z., Dragičević, A., & Miodragović, R. (2024). Prediction of Greenhouse Microclimatic Parameters Using Building Transient Simulation and Artificial Neural Networks. Agronomy, 14(6), 1147. DOI:<https://doi.org/10.3390/agronomy14061147>
4. Gong, L., Yu, M., & Kollias, S. (2023). Optimizing Crop Yield and Reducing Energy Consumption in Greenhouse Control Using PSO-MPC Algorithm. Algorithms, 16(5), 243. DOI: <https://doi.org/10.3390/a16050243>
5. Hu, H. et al. Multi-Objective Control Optimization for Greenhouse Environment Using Evolutionary Algorithms. Sensors 11 (2011). DOI:<https://doi.org/10.3390/s110605792>
6. Lebre, B., Silva, P. D., Pires, L. C., & Gaspar, P. D. (2021). Computational Modeling of the Thermal Behavior of a Greenhouse. Applied Sciences, 11(24), 11816. DOI:<https://doi.org/10.3390/app112411816>
7. Louro, M., Baptista, F.J. and Mourão, I. (2012). CLIMATE MODELLING OF A GREENHOUSE WITH PROPORTIONAL ENVIRONMENTAL CONTROL. Acta Hort. 952, 73-80 DOI:<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.952.6>
8. Petrakis, T., Kavga, A., Thomopoulos, V., & Argiriou, A. A. (2022). Neural Network Model for Greenhouse Microclimate Predictions. Agriculture, 12(6), 780. DOI:<https://doi.org/10.3390/agriculture12060780>

9. Stanghellini, C. Physical Processes in Greenhouses. Wageningen Agricultural University, 1987.
10. Wang, L. et al. Predictive control for greenhouse temperature and humidity and energy optimization by improved NMPC objective function algorithm. Int J Agric & Biol Eng **17** (2024). DOI: <https://doi.org/10.25165/j.ijabe.20241705.8241>
11. Yildiz, I. & Stombaugh, D.P. Dynamic Modeling of Microclimate and Environmental Control Strategies in a Greenhouse Coupled with a Heat Pump System. Acta Horticulturae **718**, 331–340 (2006). DOI: [10.17660/ACTAHORTIC.2006.718.38](https://doi.org/10.17660/ACTAHORTIC.2006.718.38)
12. Zhenfeng Xu et al., Dynamic Mechanistic Modeling of Air Temperature and Humidity in Greenhouses with On-Off Actuators, (TELKOMNIKA).

UOT: 631.544 : 681.5

AĞILLI İSTİXANALARDA TEMPERATURUN, RÜTUBƏTİN VƏ CO₂-NİN DİNAMİK MODELƏŞDİRİLMƏSİ

¹ Kamran Rövşən oğlu Qasimov, ² Rövşən Fazil oğlu Qasimov^{1,2} Azərbaycan Texnologiya Universiteti¹ kamran.gasimov@deirvlon.com, ² 6292710@mail.ru

Xülasə. Bu məqalədə ağıllı istixanalarda temperaturun, nisbi rütubətin və karbon qazı (CO₂) səviyyəsinin dinamik modelləşdirilməsi tədqiq olunur. Tədqiqatın əsas məqsədi mikroiqlim parametrlərinin bitki məhsuldarlığına və enerji sərfiyyatına təsirini qiymətləndirmək, eləcə də sensor məlumatlarına əsaslanan real vaxt rejimli idarəetmə sistemlərini optimallaşdırmaqdır. Məqalədə istixana mikroiqliminin fiziki və bioloji xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla enerji, kütlə və CO₂ balans tənliklərinə əsaslanan riyazi modellər təqdim edilir. Temperatur, rütubət və CO₂ sensorlarından əldə edilən ölçmə məlumatları rəqəmsal əkiz konsepsiyası əsasında model parametrlərinin identifikasiyasına və real vaxt proqnozlaşdırılmasına integrasiya olunur. Simulyasiya nəticələri modellərin ölçmə məlumatları ilə yüksək uyğunluq göstərdiyini və müxtəlif idarəetmə strategiyalarının sınaqdan keçirilməsinə imkan verdiyini nümayiş etdirir. Nəticələr göstərir ki, PID və modelə əsaslanan proqnozlaşdırıcı idarəetmə (MPC) strategiyaları istixana mikroiqliminin sabitləşdirilməsində və enerji sərfiyyatının azaldılmasında effektivdir. Aparılmış tədqiqat ağıllı istixana sistemlərinin optimallaşdırılmış idarəetmə və proqnozlaşdırma imkanlarını ortaya qoyur və süni intellektə əsaslanan adaptiv idarəetmə sistemlərinin gələcək tətbiqləri üçün elmi baza yaradır.

Açar sözlər: istixana mühitinin idarə olunması; PID idarəetməsi; əks-əlaqəli idarəetmə; çoxməqsədli optimallaşdırma; evolyusion alqoritmlər; qeyri-xətti sistemlər.

УДК: 631.544 : 681.5

ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ, ВЛАЖНОСТИ И CO₂ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕПЛИЦАХ

¹ Камран Ровшан оглы Касумов, ² Ровшан Фазил оглы Касумов^{1,2} Азербайджанский технологический университет¹ kamran.gasimov@deirvlon.com, ² 6292710@mail.ru

Резюме. В данной статье рассматривается динамическое моделирование температуры, относительной влажности и концентрации диоксида углерода (CO₂) в интеллектуальных теплицах. Основной целью исследования является оценка влияния параметров микроклимата на продуктивность растений и энергопотребление, а также оптимизация систем управления в режиме реального времени на основе данных датчиков. В работе представлены математические модели, основанные на уравнениях баланса энергии, массы и CO₂, с учетом физических и биологических особенностей микроклимата теплицы. Измерительные данные,

полученные с датчиков температуры, влажности и CO_2 , интегрируются в процесс идентификации параметров моделей и прогнозирования в реальном времени в рамках концепции цифрового двойника. Результаты моделирования демонстрируют хорошее согласование моделей с экспериментальными данными и возможность тестирования различных стратегий управления. Установлено, что стратегии управления на основе PID и прогнозирующего управления на основе модели (MPC) являются эффективными для стабилизации микроклимата теплицы и снижения энергопотребления. Проведенное исследование подтверждает возможности оптимизированного управления и прогнозирования интеллектуальных тепличных систем и формирует основу для дальнейшего внедрения адаптивных систем управления на базе искусственного интеллекта.

Ключевые слова: управление тепличной средой; PID-управление; управление с обратной связью; многокритериальная оптимизация; эволюционные алгоритмы; нелинейные системы.

Redaksiyaya daxilolma: 16.05.2026

Çapa qəbul olunma: 19.06.2026



MÜASİR TEXNOLOGİYALARDA KOMPOZİT MATERIALLARIN STRUKTURU VƏ TƏTBİQİ PERSPEKTİVLƏRİ

Elçin Məhəmməd oğlu Cavadov
Gəncə Dövlət Universiteti

Xülasə. Bu məqalədə müasir materialşünaslığın ən perspektivli istiqamətlərindən biri olan kompozit materialların elmi-nəzəri əsasları, onların struktur komponentləri və müasir sənayedəki strateji əhəmiyyəti ətraflı şəkildə tədqiq edilir. Kompozit materiallar, bir-birindən fərqli fiziki və kimyəvi xassələrə malik iki və ya daha çox komponentin makrosəviyyədə birləşməsindən yaranan, lakin öz tərkib hissələrinin heç birində təkbəşinə mövcud olmayan üstün xüsusiyyətlər nümayiş etdirən süni materiallardır. Məqalədə polimer, metal və keramika matrisli kompozitlərin müqayisəli analizi aparılır, onların mexaniki möhkəmliyi, korroziyaya davamlılığı və xüsusi çəkisi arasındakı korrelyasiya elmi faktlarla əsaslandırılır. Məqalədə həmçinin aerokosmik sənaye, avtomobil istehsalı və bərpa olunan enerji sektorlarında kompozitlərin tətbiqi ilə əldə edilən texnoloji sıçrayışlar şərh olunur. Karbon lifli və nanostrukturulu kompozitlərin mühəndislik konstruksiyalarında çəki qənaəti və enerji səmərəliliyinə təsiri kəmiyyət göstəriciləri ilə təhlil edilir. Tədqiqatın sonunda kompozit materialların təkrar emalı ilə bağlı mövcud ekoloji problemlər və bu sahədəki gələcək inkişaf tendensiyaları, xüsusilə biokompozitlərin perspektivləri müzakirə olunur.

Açar sözlər: kompozit materiallar, matris, möhkəmləndirici faz, polimerlər, nanokompozitlər, mexaniki xassələr, xüsusi möhkəmlik, anizotropuq, hibrid materiallar.

Materialşünaslıq müasir texnoloji inkişafın əsas sütunlarından biri hesab olunur. Tarix boyu istifadə olunan ənənəvi materiallar – polad, alüminium və ağac sənaye və mühəndislik sahəsində mühüm rol oynamışdır. Lakin son onilliklərdə bu materialların fiziki və mexaniki imkanlarının məhdudiyyətləri daha aydın şəkildə üzə çıxmışdır. Xüsusilə yüksək temperatur, aqressiv kimyəvi mühit və dinamik yüklər altında işləyən sistemlər üçün daha üstün xüsusiyyətlərə malik materiallara ehtiyac yaranmışdır. Bu baxımdan kompozit materiallar mühəndislik sahəsində inqilabi dəyişikliklərə səbəb olmuşdur [2, s.12].

Kompozit materiallar müxtəlif fiziki və kimyəvi xüsusiyyətlərə malik iki və ya daha çox komponentin birləşməsi nəticəsində yaranır. Bu komponentlər makroskopik səviyyədə bir-birindən ayrılır və aralarında aydın sərhəd mövcud olur. Kompozitlərin əsas məqsədi fərdi komponentlərin üstün xüsusiyyətlərini birləşdirərək daha yüksək performanslı material əldə etməkdir. Bu baxımdan kompozitlər sinergetik materiallar kimi də xarakterizə olunur [4, s.5].

Kompozit materiallar əsasən iki əsas fazadan ibarətdir: matris və möhkəmləndirici faza. Bu fazaların qarşılıqlı təsiri və bir-biri ilə uyğunluğu materialın ümumi mexaniki, fiziki və kimyəvi xüsusiyyətlərini müəyyən edən əsas amillərdən biridir. Kompozitin yüksək performans göstəricilərinə malik olması yalnız ayrı-ayrı komponentlərin keyfiyyəti ilə deyil, həm də onların qarşılıqlı əlaqəsinin effektivliyi ilə birbaşa bağlıdır.

Matris faza kompozitin davamlılığını təmin edən əsas mühit rolunu oynayır. O, möhkəmləndirici elementləri bir yerdə saxlayaraq vahid struktur formalaşdırır və onları xarici mühitin təsirlərindən, məsələn, nəm, temperatur dəyişiklikləri, kimyəvi korroziya və mexaniki zədələnmələrdən qoruyur. Bundan əlavə, matris tətbiq olunan xarici yükləri liflər arasında bərabər paylayır və lokal gərginlik konsentrasiyalarının yaranmasının qarşısını alır. Matris materialı həmçinin kompozitin forma sabitliyini təmin edir, texnoloji emal proseslərini asanlaşdırır və zədələnmələrin yayılmasını məhdudlaşdıraraq materialın uzunömürlülüyünü artırır [5, s.33].

Matris materialları öz növbəsində polimer, metal və ya keramika əsaslı ola bilər və seçimi tətbiq sahəsindən asılı olaraq dəyişir. Məsələn, polimer matrislər yüngüllüyü və korroziyaya davamlılığı ilə seçildiyi halda, metal matrislər yüksək temperatur və mexaniki yüklər altında daha

effektiv işləyir. Keramika matrislər isə ekstremal istilik şəraitində istifadə olunur. Bu müxtəliflik kompozit materialların geniş tətbiq imkanlarını təmin edir.

Möhkəmləndirici faza isə materialın əsas yükdaşıyıcı komponentidir və onun mexaniki möhkəmliyini, sərtliyini və elastiklik modulunu müəyyən edir. Bu faza adətən liflər, hissəciklər və ya lay strukturları şəklində olur. Ən geniş istifadə olunan möhkəmləndirici elementlər karbon, şüşə və aramid lifləridir. Bu liflər yüksək möhkəmlik, aşağı sıxlıq və yüksək elastiklik modulu ilə xarakterizə olunur. Məsələn, karbon lifləri yüksək sərtlik və temperatur davamlılığı ilə seçilir, şüşə lifləri isə daha ucuz və yaxşı dielektrik xüsusiyyətlərə malikdir [1, s.18].

Bundan əlavə, möhkəmləndirici fazanın orientasiyası (istiqamətlənməsi) də kompozitin xüsusiyyətlərinə ciddi təsir göstərir. Liflərin bir istiqamətdə yerləşdirilməsi həmin istiqamətdə yüksək möhkəmlik təmin etsə də, digər istiqamətlərdə zəiflik yarada bilər. Buna görə də çox vaxt çoxqatlı və müxtəlif istiqamətli lif strukturları istifadə olunur ki, bu da materialın izotropiyaya yaxın davranış göstərməsinə imkan yaradır.

Kompozitin effektivliyi matris ilə möhkəmləndirici faza arasındakı adgeziya əlaqəsindən birbaşa asılıdır. Bu əlaqə fazalar arasında yükün effektiv ötürülməsini təmin edir və materialın bütövlükdə möhkəmliyini artırır. Əgər bu əlaqə zəif olarsa, tətbiq olunan yük liflərə tam ötürülmür və nəticədə kompozitin mexaniki xüsusiyyətləri əhəmiyyətli dərəcədə zəifləyir. Bu halda liflərin matrisdən ayrılması (delaminasiya) və mikroçatların yaranması müşahidə olunur [4, s.22].

Adgeziya əlaqəsini gücləndirmək üçün səth modifikasiyası, kimyəvi işləmə və xüsusi bağlayıcı maddələrdən istifadə olunur. Müasir texnologiyalarda liflərin səthinin plazma və ya kimyəvi üsullarla işlənməsi onların matrislə daha yaxşı birləşməsinə təmin edir. Bu isə kompozitin həm möhkəmliyini, həm də yorulma davamlılığını artırır.

Beləliklə, kompozit materialların struktur xüsusiyyətləri onların komponentlərinin seçimi, qarşılıqlı əlaqəsi və mikrostruktur səviyyədə təşkilindən asılıdır. Bu amillərin düzgün optimallaşdırılması nəticəsində yüksək performanslı və müxtəlif sahələrdə tətbiq oluna bilən materiallar əldə edilir.

Kompozit materiallar matrisin növünə görə əsasən üç qrupa bölünür:

Polimer matrisli kompozitlər ən geniş istifadə olunan materiallardır. Onlar termoset (məsələn, epoksid və poliestər) və ya termoplastik polimerlərdən ibarət olur. Bu tip kompozitlər yüngüllüyü, korroziyaya davamlılığı və istehsal texnologiyasının nisbətən sadə olması ilə seçilir [1, s.45]. Bundan əlavə, onların mexaniki xüsusiyyətlərini liflərin növü və yerləşmə istiqaməti ilə tənzimləmək mümkündür. Bu səbəbdən onlar tikinti, avtomobil və aviasiya sənayesində geniş tətbiq edilir.

Metal matrisli kompozitlər yüksək temperatur və mexaniki yüklər altında işləyən sistemlər üçün daha uyğun hesab olunur. Bu kompozitlər adətən alüminium, maqnezium və titan əsaslı matrislərdən hazırlanır və yüksək möhkəmlik, istilik keçiriciliyi və aşınmaya davamlılıq kimi üstünlüklərə malikdir [6, s.61]. Onlar ağır iş şəraitində stabil işləməsi ilə seçildiyindən, əsasən aerokosmik texnika və yüksək performans tələb edən avtomobil hissələrinin istehsalında istifadə olunur.

Keramika matrisli kompozitlər isə keramika materiallarının təbii kövrəkliyini azaltmaq məqsədilə liflərlə möhkəmləndirilmiş strukturlardır. Bu materiallar çox yüksək temperaturalara, oksidləşməyə və kimyəvi təsirlərə qarşı yüksək davamlılıq nümayiş etdirir [6, s.74]. Eyni zamanda onların istilik dayanıqlığı onları reaktiv mühərriklər, qaz turbinləri və digər ekstremal şəraitdə işləyən qurğular üçün əlverişli edir. Bu tip kompozitlər yüksək texnologiyalı sahələrdə mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Kompozit materialların ən mühüm üstünlüklərindən biri onların mexaniki xüsusiyyətlərinin əvvəlcədən nəzəri və empirik üsullarla proqnozlaşdırıla bilməsidir. Bu xüsusiyyət mühəndis dizaynında böyük üstünlük yaradır, çünki material istehsal olunmadan əvvəl onun davranışı müəyyən edilə bilər. Bu məqsədlə ən geniş istifadə olunan yanaşmalardan biri "qarışıqlar qaydası" hesab olunur. Bu metod kompozitin elastiklik modulu, möhkəmlik və digər mexaniki parametrlərinin hesablanmasında istifadə olunur və xüsusilə liflə möhkəmləndirilmiş kompozitlər üçün effektivdir.

Kompozitin lif istiqamətində elastiklik modulu aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$E_c = E_f V_f + E_m V_m$$

Burada:

E_c – kompozitin elastiklik modulu

E_f – liflərin elastiklik modulu

E_m – matrisin elastiklik modulu

V_f – liflərin həcm payı

V_m – matrisin həcm payı

Matrisin həcm payı isə aşağıdakı düsturla müəyyən edilir:

$$V_m = 1 - V_f$$

Bu ifadələr göstərir ki, kompozitin ümumi elastiklik modulu onun tərkibindəki komponentlərin elastiklik modulları və onların həcm paylarının çəkili ortası kimi formalaşır. Liflərin elastiklik modulu matrisdən xeyli yüksək olduğuna görə, V_f artdıqca kompozitin ümumi sərtliliyi də artır. Bu səbəbdən mühəndislər çox vaxt maksimum möhkəmlik əldə etmək üçün liflərin həcm payını artırmağa çalışırlar, lakin texnoloji və istehsal məhdudiyyətləri bu göstəricinin optimal səviyyədə saxlanmasını tələb edir.

Qeyd etmək lazımdır ki, bu düstur yalnız lif istiqamətində (uzununa istiqamətdə) tətbiq olunan yüklər üçün doğrudur və bu halda kompozit material maksimum möhkəmlik nümayiş etdirir [3, s.102]. Liflərə perpendikulyar istiqamətdə isə elastiklik modulu daha aşağı olur və bu halda daha mürəkkəb modellərdən istifadə olunur. Məsələn, eninə istiqamət üçün elastiklik modulu təxmini olaraq aşağıdakı kimi ifadə edilir:

$$\frac{1}{E_c} = \frac{V_f}{E_f} + \frac{V_m}{E_m}$$

Bu düstur göstərir ki, eninə istiqamətdə matrisin təsiri daha üstünlük təşkil edir və nəticədə kompozitin ümumi sərtliliyi azalır. Bu, onunla izah olunur ki, həmin istiqamətdə yükün əsas hissəsi liflərdən çox matris tərəfindən qəbul edilir. Matris materialı isə adətən liflərlə müqayisədə daha az sərt və daha elastik olduğuna görə kompozitin ümumi mexaniki göstəriciləri aşağı düşür. Buna görə də eninə istiqamətdə kompozitlərin möhkəmlik və sərtlik xüsusiyyətləri liflərin istiqamətinə uyğun olan hallarla müqayisədə daha zəif olur.

Kompozit materialların digər mühüm xüsusiyyəti anizotropluğu. Anizotrop materiallar müxtəlif istiqamətlərdə fərqli mexaniki və fiziki xassələr göstərir. Bu xüsusiyyət kompozitlərin ənənəvi izotrop materiallardan (məsələn, metallar) əsas fərqlərindən biridir. Məhz bu xüsusiyyət sayəsində mühəndislər materialın strukturunu konkret yük şəraitinə uyğun şəkildə layihələndirə bilirlər [6, s.95].

Anizotropluq xüsusilə liflərin istiqamətlənməsi ilə bağlıdır. Əgər liflər yalnız bir istiqamətdə yerləşdirilsə, material həmin istiqamətdə yüksək möhkəmlik və sərtlik göstərir, lakin digər istiqamətlərdə zəif olur. Bu problemi aradan qaldırmaq üçün çoxqatlı (laylı) kompozit strukturlar hazırlanır. Bu strukturlarda liflər müxtəlif bucaqlar altında yerləşdirilir (məsələn, 0° , 90° , $\pm 45^\circ$), nəticədə material daha balanslaşdırılmış mexaniki xüsusiyyətlərə malik olur.

Bundan əlavə, kompozit materialların mexaniki davranışı yalnız elastiklik modulu ilə məhdudlaşmır. Onların möhkəmlik həddi, yorulma davamlılığı, zərbə müqaviməti və çatların yayılma mexanizmi də mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Kompozitlərdə çatların yayılması liflər tərəfindən məhdudlaşdırıldığı üçün bu materiallar yüksək yorulma müqavimətinə malikdir. Bu isə onların uzun müddətli istismar şəraitində daha etibarlı olmasını təmin edir.

Nəticə etibarilə, kompozit materialların mexaniki xüsusiyyətləri onların mikrostruktur quruluşu, komponentlərin xassələri və liflərin orientasiyası ilə sıx bağlıdır. Bu xüsusiyyətlərin nəzəri modellərlə əvvəlcədən hesablanması isə müasir mühəndislikdə daha effektiv və optimallaşdırılmış konstruksiyaların yaradılmasına imkan verir.

Kompozit materialların xüsusiyyətləri onların istehsal texnologiyasından birbaşa asılıdır. Müasir dövrdə bir neçə əsas istehsal üsulu geniş istifadə olunur.

Avtoklav üsulu - bu metod yüksək temperatur və təzyiq altında kompozit materialın bərkidilməsini nəzərdə tutur. Bu proses zamanı material xüsusi qapalı kamerada (avtoklavda) idarə olunan mühit şəraitində emal edilir. Avtoklav üsulu laylar arasında yaranan boşluqları minimuma endirir, lif və qatranın daha sıx birləşməsini təmin edir və nəticədə materialın mexaniki möhkəmliyini əhəmiyyətli dərəcədə artırır [2, s.88]. Bundan əlavə, bu üsul kompozitlərin vahid struktur almasına, daxili qüsurların azalmasına və yüksək keyfiyyətli səthin formalaşmasına imkan verir. Bu səbəbdən avtoklav texnologiyası aviasiya, kosmik sənaye və digər yüksək dəqiqlik tələb edən sahələrdə geniş tətbiq olunur.

Vakuum infuziyası - bu üsul böyük ölçülü və mürəkkəb formalı konstruksiyaların hazırlanmasında geniş istifadə olunur. Proses zamanı quru lif materialları qəlib üzərinə yerləşdirilir və üzəri vakuum örtüyü ilə bağlanır. Daha sonra qatran vakuumun təsiri ilə liflərin arasına bərabər şəkildə daxil edilərək bütün həcmi doldurur. Bu üsul material daxilində hava boşluqlarını minimuma endirir, strukturun keyfiyyətini və möhkəmliyini artırır. Vakuum infuziyası texnologiyası həmçinin material sərfiyyatını optimallaşdırır və istehsal xərclərini azaltmağa kömək edir. Bu səbəbdən külək turbinlərinin qanadlarının, gəmi konstruksiyalarının və digər iriölçülü kompozit məmulatların istehsalında geniş tətbiq olunur [5, s.140].

Pultruziya və liflərin sarınması üsulları - boruların və profil tipli konstruksiyaların hazırlanmasında istifadə olunur. Bu üsullar xüsusilə boru kəmərlərinin və təzyiq qablarının istehsalı üçün effektivdir. Pultruziya prosesi zamanı liflər qatranla hopdurularaq qəlibdən çəkilir və sabit kəsiyə malik, yüksək möhkəmliyə sahib profillər əldə edilir. Liflərin sarınması üsulunda isə lif materialları müəyyən bucaq altında formaya sarınaraq möhkəm və davamlı strukturlar hazırlanır. Bu texnologiyalar nəticəsində alınan məmulatlar korroziyaya davamlılığı, yüngüllüyü və uzunömürlülüyü ilə seçilir və müxtəlif sənaye sahələrində geniş tətbiq olunur.

Kompozit materiallar ənənəvi materiallarla müqayisədə bir sıra mühüm üstünlüklərə malikdir və bu üstünlüklər onların müasir mühəndislik sahəsində geniş tətbiqini şərtləndirir. Bu materialların əsas fərqləndirici xüsusiyyəti onların yüksək performans göstəricilərini aşağı çəki ilə birləşdirə bilməsidir. Bu isə xüsusilə aerokosmik, avtomobil və enerji sənayesində böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Kompozit materiallar yüksək möhkəmlik və sərtlik göstəricilərinə malik olmaqla yanaşı, aşağı sıxlıqla xarakterizə olunur. Bu isə onların xüsusi möhkəmliyini (möhkəmlik/sıxlıq nisbəti) əhəmiyyətli dərəcədə artırır. Məsələn, karbon lifli kompozitlər bəzi hallarda poladdan daha möhkəm olsa da, ondan bir neçə dəfə yüngüldür. Bu xüsusiyyət konstruksiyaların həm dayanıqlığını artırır, həm də ümumi kütləsini azaldır.

Kompozit materialların sıxlığının aşağı olması onların ən mühüm üstünlüklərindən biridir. Bu xüsusiyyət nəqliyyat vasitələrində yanacaq sərfiyyatının azalmasına, enerji effektivliyinin artmasına və ümumi istismar xərclərinin aşağı düşməsinə səbəb olur. Xüsusilə aviasiya sənayesində çəkinin azalması birbaşa olaraq uçuş məsafəsinin artmasına və yanacaq qənaətinə gətirib çıxarır.

Ənənəvi metal materialların əsas problemlərindən biri korroziyadır. Kompozit materiallar isə, xüsusilə polimer matrisli kompozitlər, nəmli və aqressiv kimyəvi mühitlərdə yüksək davamlılıq göstərir. Onlar dəniz suyu, turşular və qələvilərin təsiri altında paslanmır və bu səbəbdən dəniz mühəndisliyi və kimya sənayesində geniş istifadə olunur.

Kompozit materiallar təkrarlanan yüklər altında uzun müddət öz mexaniki xüsusiyyətlərini qoruyub saxlayır. Məsələn, onların yorulma müqaviməti alüminiumla müqayisədə 3–4 dəfə yüksəkdir [1, s.67]. Bu xüsusiyyət xüsusilə dinamik yüklərə məruz qalan konstruksiyalar üçün vacibdir. Bundan əlavə, kompozitlərdə çatların yayılması liflər tərəfindən məhdudlaşdırılır və bu liflər çatın qarşısını alan baryer rolunu oynayır. Nəticədə material qəfil sıradan çıxmır, daha təhlükəsiz davranış nümayiş etdirir.

Kompozit materialların digər mühüm üstünlüyü onların dizayn baxımından yüksək çevikliyə malik olmasıdır. Liflərin istiqaməti, qatların sayı və yerləşməsi dəyişdirilərək materialın xüsusiyyətləri konkret tətbiq sahəsinə uyğunlaşdırıla bilər. Bu isə mühəndislərə optimal konstruksiyalar yaratmağa imkan verir. Məsələn, daha çox gərginliyə məruz qalan hissələrdə liflərin sıxlığı artırıla bilər.

Bundan əlavə, kompozit materiallar vibrasiyaların udulması, istilik izolyasiyası və elektrik izolyasiya xüsusiyyətləri baxımından da üstünlük nümayiş etdirir. Onların aşağı istilik keçiriciliyi və yüksək sönümləmə qabiliyyəti bəzi xüsusi tətbiqlərdə əvəzolunmazdır. Nəticə etibarilə, kompozit materialların yüksək möhkəmlik, yüngüllük, davamlılıq və dizayn çevikliyi kimi xüsusiyyətləri onları ənənəvi materiallara güclü alternativə çevirir. Bu üstünlüklər müasir texnologiyaların inkişafında kompozitlərin rolunu daha da artırır və onların gələcəkdə daha geniş tətbiq olunacağını göstərir.

Kompozit materialların unikal mexaniki və fiziki xüsusiyyətləri onların müxtəlif sənaye sahələrində geniş tətbiqinə şərait yaratmışdır. Yüngüllük, yüksək möhkəmlik, korroziyaya davamlılıq və dizayn çevikliyi bu materialları müasir texnologiyaların əsas elementlərindən birinə çevirmişdir [2, s.15].

Kompozit materiallar müasir aviasiya və kosmik sənayenin inkişafında mühüm rol oynayır. Təyyarə və kosmik aparatların konstruksiyalarında onların tətbiqi ümumi çəkini əhəmiyyətli dərəcədə azaltmağa imkan verir ki, bu da yanacaq sərfiyyatının azalması və uçuş effektivliyinin artması ilə nəticələnir [1, s.89]. Bundan əlavə, kompozit materiallar yüksək yorulma müqavimətinə və korroziyaya davamlılığa malik olduqları üçün uzunmüddətli istismar şəraitində daha etibarlı hesab olunur.

Müasir sərnişin təyyarələrində kompozitlərdən gövdə, qanadlar, quyruq hissələri və daxili konstruksiya elementləri hazırlanır. Kosmik texnologiyalarda isə bu materiallar yüksək temperatur dəyişikliklərinə və vakuum şəraitinə davamlı olduqları üçün raket və peyk konstruksiyalarında istifadə edilir [6, s.132].

Enerji sektorunda kompozit materialların rolu xüsusilə bərpa olunan enerji mənbələrinin inkişafı ilə daha da artmışdır. Külək turbinlərinin qanadlarının istehsalında istifadə olunan kompozit materiallar həm yüngül, həm də yüksək möhkəmliyə malik olduqları üçün böyük ölçülü strukturların hazırlanmasına imkan verir [5, s.140]. Müasir turbin qanadlarının uzunluğu 80–100 metrə qədər çata bilər və bu ölçüdə konstruksiyanın effektiv işləməsi yalnız kompozit materiallar sayəsində mümkündür.

Bundan əlavə, kompozitlər günəş enerjisi sistemlərində və digər enerji qurğularında da istifadə olunur. Onların korroziyaya davamlılığı və uzunömürlürlüyü enerji sistemlərinin istismar müddətini artırır [2, s.201].

Avtomobil sənayesində kompozit materialların tətbiqi son illərdə sürətlə genişlənmişdir. Bu materiallar nəqliyyat vasitələrinin çəkisini azaltmaqla yanacaq sərfiyyatını aşağı salır və ətraf mühitə atılan zərərli qazların miqdarını azaldır [1, s.54]. Eyni zamanda, kompozitlər yüksək enerji udma qabiliyyətinə malik olduqları üçün qəza zamanı təhlükəsizliyi artırır.

Kompozit materiallar avtomobil kuzovunda, şassi elementlərində, interyer hissələrində və bəzi mühərrik komponentlərində istifadə olunur. Xüsusilə idman avtomobillərində və elektrik nəqliyyat vasitələrində onların tətbiqi daha geniş yayılmışdır [3, s.176].

Dəniz mühitində işləyən konstruksiyalar üçün material seçimi xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Duzlu su və yüksək rütubət metallarda sürətli korroziyaya səbəb olur. Kompozit materiallar isə bu cür aqressiv mühitlərə qarşı yüksək davamlılıq göstərir və bu səbəbdən gəmiqayırmada geniş tətbiq olunur [5, s.188].

Onlar gəmi gövdələrinin, yaxta konstruksiyalarının, sualtı qurğuların və platformaların hazırlanmasında istifadə edilir. Kompozitlərin yüngül olması gəminin sürətini və yanacaq effektivliyini artırır, eyni zamanda texniki xidmət ehtiyacını azaldır. Bundan əlavə, kompozit materiallar vibrasiyaları daha yaxşı udduğu üçün komfort səviyyəsini də yüksəldir [6, s.205].

Beləliklə, kompozit materiallar müxtəlif sənaye sahələrində geniş tətbiq olunaraq texnoloji inkişafın əsas hərəkətverici qüvvələrindən birinə çevrilmişdir və onların istifadəsi gələcəkdə daha da artacaqdır.

Nanotexnologiyaların sürətli inkişafı kompozit materialların xüsusiyyətlərinin keyfiyyətə yeni səviyyəyə yüksəlməsinə səbəb olmuşdur. Nanoölçülü doldurucuların, xüsusilə karbon nanoborularının (CNT – Carbon Nanotubes) və qrafen kimi materialların kompozitlərin tərkibinə əlavə edilməsi onların

mexaniki, elektrik və istilik xüsusiyyətlərini əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşdırır. Bu nanoölçülü komponentlər çox yüksək möhkəmlik və elastiklik moduluna malik olduqları üçün matris daxilində əlavə gücləndirici rol oynayır.

Karbon nanoborularının kompozitlərə daxil edilməsi nəticəsində materialın elastiklik modulu, dartılma möhkəmliyi və zərbə davamlılığı artır. Eyni zamanda, bu materialların elektrik keçiriciliyi də yüksəlir ki, bu da onların funksional imkanlarını genişləndirir. Məhz bu səbəbdən belə kompozitlər “ağıllı materiallar” kimi xarakterizə olunur [1, s.120].

“Ağıllı materiallar” öz daxili strukturunda baş verən dəyişikliklərə reaksiya verə bilən sistemlərdir. Bu materiallar mexaniki zədələnmə, mikroçatların yaranması və ya deformasiya zamanı öz elektrik müqavimətini dəyişir. Bu dəyişikliklər xüsusi sensor sistemləri vasitəsilə qeydə alınaraq strukturun vəziyyəti haqqında real vaxt rejimində məlumat əldə etməyə imkan verir. Bu xüsusiyyət “struktur sağlamlığının monitorinqi” (Structural Health Monitoring – SHM) kimi tanınır və xüsusilə aviasiya, kosmik sənaye və böyük mühəndislik qurğularında geniş tətbiq olunur.

Nanotexnologiyanın tətbiqi ilə inkişaf etdirilən kompozit materiallar gələcəkdə mühüm rol oynayacaq sahələrdən biri kimi diqqət çəkir. Xüsusilə öz-özünü bərpa edən kompozitlər innovativ yanaşmalar arasında xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Bu materiallarda mikroçatların meydana gəlməsi zamanı daxilində yerləşən xüsusi kapsullar zədələnmiş sahəyə müdaxilə edərək onu avtomatik bərpa edir. Beləliklə, materialın struktur bütövlüyü qorunur və əlavə texniki müdaxilələrə ehtiyac qalmır.

Bu texnologiyanın tətbiqi ilə konstruksiyaların ömrü əhəmiyyətli dərəcədə uzanır, həmçinin texniki xidmət və təmir xərcləri azalır. Öz-özünü bərpa edən materiallar aerokosmik, avtomobil, enerji və inşaat sahələrində təhlükəsizlik və dayanıqlılığı artırmaqla yanaşı, materialın uzunömürlülüyünü təmin edir. Gələcəkdə bu sahədə aparılacaq tədqiqatlar materialların daha yüksək müqavimət və elastiklik göstəricilərinə malik olmasına imkan yaradacaq və nanotexnologiyanın tətbiq dairəsini daha da genişləndirəcək.

Bundan əlavə, çoxfunksiyalı kompozitlərin yaradılması istiqamətində də tədqiqatlar aparılır. Bu materiallar eyni zamanda həm mexaniki yükdaşıyıcı, həm də elektrik və ya istilik funksiyalarını yerinə yetirə bilər. Məsələn, gələcəkdə təyyarə qanadlarının həm struktur elementi, həm də enerji saxlayan batareya kimi fəaliyyət göstərməsi mümkün ola bilər.

Kompozit materialların geniş yayılmasına baxmayaraq, onların ekoloji baxımdan bəzi ciddi problemləri mövcuddur. Bu problemlərin başında kompozitlərin təkrar emalının çətinliyi dayanır. Xüsusilə termoset polimer əsaslı kompozitlər yüksək temperaturda geri dönməz kimyəvi reaksiyalar nəticəsində bərkidiyi üçün yenidən əridilərək istifadə oluna bilmir [5, s.210]. Bu isə onların utilizasiyasını çətinləşdirir və ətraf mühitə mənfi təsir göstərir.

İstifadə müddəti başa çatmış kompozit materialların əksəriyyəti poliqonlara göndərilir və ya yandırılır. Bu proseslər isə həm torpaq, həm də hava mühitinin çirklənməsinə səbəb ola bilər. Xüsusilə yanma zamanı zərərli qazların ayrılması ekoloji riskləri artırır.

Bu problemlərin aradan qaldırılması üçün son illərdə bir neçə alternativ yanaşma inkişaf etdirilmişdir. Bunlardan biri mexaniki və kimyəvi təkrar emal üsullarıdır. Mexaniki emal zamanı kompozit materiallar xırdalanaraq ikinci dərəcəli doldurucu kimi istifadə olunur. Kimyəvi emal isə matrisin parçalanaraq liflərin yenidən istifadəsinə imkan verir.

Daha perspektivli istiqamətlərdən biri isə biokompozit materialların inkişafıdır. Bu materiallar təbii liflərdən (kətan, bambuk, kenaf və s.) və biopolimerlərdən hazırlanır. Biokompozitlər həm bərpa olunan resurslara əsaslanır, həm də bioloji parçalanma qabiliyyətinə malikdir. Bu isə onların ekoloji baxımdan daha davamlı alternativ kimi qiymətləndirilməsinə səbəb olur.

Bundan əlavə, termoplastik matrisli kompozitlərin istifadəsi də ekoloji problemlərin həllində mühüm rol oynayır. Termoplastik materiallar istilik təsiri altında yenidən formalaşdırıla bildiyi üçün onların təkrar emalı daha asandır. Bu xüsusiyyət gələcəkdə kompozit sənayesinin daha dayanıqlı inkişafına töhfə verə bilər.

Ümumiyyətlə, kompozit materialların gələcək inkişafı yalnız onların mexaniki və funksional xüsusiyyətlərinin yaxşılaşdırılması ilə deyil, həm də ekoloji davamlılığın təmin olunması ilə sıx

bağlıdır. Nanotexnologiya və yaşıl materialların integrasiyası bu sahədə yeni imkanlar açır və kompozitlərin daha geniş və məsuliyyətli şəkildə tətbiqinə şərait yaradır.

Kompozit materiallar müasir mühəndisliyin ayrılmaz hissəsinə çevrilmiş və bir çox sənaye sahələrində ənənəvi materialları uğurla əvəz etmişdir. Onlar yüksək möhkəmlik, aşağı sıxlıq, korroziyaya davamlılıq və uzunömürlülük kimi üstün xüsusiyyətləri ilə seçilərək, həm texniki, həm də iqtisadi baxımdan səmərəli həllər təqdim edir. Xüsusilə aerokosmik, avtomobil, enerji və dəniz mühəndisliyi sahələrində kompozitlərin tətbiqi konstruksiyaların performansını əhəmiyyətli dərəcədə artırmışdır.

Bu materialların ən mühüm üstünlüklərindən biri onların xüsusiyyətlərinin əvvəlcədən layihələndirilə bilməsidir. Liflərin istiqamətinin, matris növünün və strukturun optimallaşdırılması sayəsində konkret iş şəraitinə uyğun material əldə etmək mümkündür. Bu isə mühəndislikdə daha etibarlı, yüngül və səmərəli konstruksiyaların yaradılmasına şərait yaradır.

Gələcək elmi və texnoloji inkişafı nəzərə alaraq, nanotexnologiyaların və ağıllı materialların inkişafı kompozitlərin funksional imkanlarını əhəmiyyətli dərəcədə genişləndirəcəkdir. Xüsusilə öz-özünü bərpa edən, zədələnməni öncədən aşkar edən və çoxfunksiyalı xüsusiyyətlərə malik materiallar bu sahədə yeni inkişaf mərhələsinin əsasını təşkil edir. Belə materiallar, konstruksiya və avadanlıqların struktur bütövlüyünü qoruyaraq onların ömrünü uzadır, texniki xidmət xərclərini azaldır və müxtəlif tətbiq sahələrində etibarlılığı artırır. Bu cür innovativ materiallar aerokosmik, avtomobil, enerji və inşaat sahələrində yeni texnoloji həllərin tətbiqini mümkün edir.

Bundan əlavə, ekoloji problemlərin həlli baxımından biokompozitlərin və təkrar emal texnologiyalarının inkişafı xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Bu yanaşma təbii resurslardan səmərəli istifadəni təmin edir və istehsal proseslərinin ekoloji yükünü azaldır, beləliklə davamlı və “yaşıl” texnologiyaların tətbiqinə şərait yaradır.

Nəticə etibarilə, kompozit materiallar yalnız mövcud texnologiyaların təkmilləşdirilməsində deyil, həm də gələcək innovativ həllərin formalaşmasında mühüm rol oynayır. Onların funksional imkanlarının genişləndirilməsi və ekoloji uyğunluğunun artırılması müasir elmin və sənayenin prioritet istiqamətlərindən biri olaraq qalacaq, tədqiqat və tətbiq sahələrində yeni imkanlar açacaqdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Baker, A., Dutton, S., Kelly, D. (2004). Composite materials for aircraft structures (2nd ed.). American Institute of Aeronautics and Astronautics.
2. Campbell, F. C. (2010). Structural composite materials. ASM International.
3. Daniel, İ.M., Ishai, O. (2006). Engineering mechanics of composite materials. Oxford University Press.
4. Hull, D., Clyne, T.W. (1996). An introduction to composite materials. Cambridge University Press.
5. Mallick, P. K. (2007). Fiber-reinforced composites: Materials, manufacturing, and design. CRC Press.
6. Vasiliev, V.V., Morozov, E. V. (2018). Advanced mechanics of composite materials and structures. Elsevier.

УДК 631

СТРУКТУРА И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Эльчин Махаммад Оглу Джавадов
Гянджинский Государственный Университет

Резюме. В данной статье подробно исследуются научно-теоретические основы композитных материалов, являющихся одним из наиболее перспективных направлений современного

материаловедения, а также их структурные компоненты и стратегическое значение в современной промышленности. Композитные материалы представляют собой искусственные материалы, образованные путем макроскопического объединения двух или более компонентов с различными физическими и химическими свойствами, при этом они демонстрируют превосходные характеристики, не присущие ни одному из их компонентов по отдельности. В исследовании проводится сравнительный анализ композитов с полимерной, металлической и керамической матрицей, а также на основе научных фактов обосновывается корреляция между их механической прочностью, коррозионной стойкостью и удельным весом. В статье также рассматриваются технологические прорывы, достигнутые благодаря применению композитов в аэрокосмической промышленности, автомобилестроении и секторе возобновляемой энергетики. Влияние углеродных волокон и наноструктурированных композитов на снижение массы инженерных конструкций и повышение энергоэффективности анализируется с использованием количественных показателей. В заключение обсуждаются существующие экологические проблемы, связанные с переработкой композитных материалов, а также будущие тенденции развития в данной области, в частности перспективы биокompозитов.

Ключевые слова: композитные материалы, матрица, армирующая фаза, полимеры, нанокompозиты, механические свойства, удельная прочность, анизотропия, гибридные материалы.

UDC 631

STRUCTURE AND APPLICATION PROSPECTS OF COMPOSITE MATERIALS IN MODERN TECHNOLOGIES

Elchin Mahammad oglu Javadov
Ganja State University

Summary. This article provides an in-depth investigation into the scientific and theoretical foundations of composite materials, their structural components, and their strategic significance in modern industry. Composite materials are engineered materials formed by combining two or more constituents with significantly different physical or chemical properties that, when combined, produce a material with characteristics different from the individual components. The research conducts a comparative analysis of polymer, metal, and ceramic matrix composites, providing scientific evidence for the correlation between their mechanical strength, corrosion resistance, and specific weight. Furthermore, the article explains the technological breakthroughs achieved through the application of composites in the aerospace industry, automotive manufacturing, and renewable energy sectors. The impact of carbon fiber and nanostructured composites on weight savings and energy efficiency in engineering structures is analyzed with quantitative indicators. At the conclusion of the study, existing environmental challenges regarding the recycling of composite materials and future development trends in this field, particularly the prospects of biocomposites, are discussed. This work serves as a fundamental resource for researchers and engineers working in the field of materials science.

Keywords: composite materials, matrix, reinforcing phase, polymers, nanocomposites, mechanical properties, specific strength, anisotropy, hybrid materials.

Redaksiyaya daxilolma: 10.04.2026

Çapa qəbul olunma: 19.06.2026



AĞ NEFTLƏ NAFTALAN NEFTİNİN QƏTRANSIZLAŞDIRILMASI TEKNOLOGİYASI VƏ ALINAN MƏHSULUN FİZİKİ-KİMYƏVİ XASSƏLƏRİ

Gülnara Mayıl qızı Əsgərova, Nərgiz Həsən qızı Məmmədova, Aysel Fizuli qızı Məmmədova,
Rəmziyyə Yaqub qızı Şərifova

Ekologiya və Təbii Ehtiyatlar İnstitutu

Gəncə şəhəri H.Əliyev prospekti 419

gulya.atayeva.01@mail.ru, nargiz1984mammadova@gmail.com

Xülasə. Məqalədə nativ Naftalan neftinin ağ neft P1 markası ilə selektiv həllolma üsulu ilə qətransızlaşdırılması texnologiyası tədqiq edilmişdir. Tədqiqatın məqsədi kosmetologiya və uşaq dermatologiyasında tətbiq üçün tərkibində 95-98% naften karbohidrogenləri olan şəffaf, açıq-sarı rəngli müalicəvi məhsulun alınması prosesini optimallaşdırmaqdır. Müəyyən edilmişdir ki, Naftalan : Ağ neft nisbəti 1:4, temperatur 40°C və 24 saat çökdürmə zamanı qatranlı-asfaltın maddələrin 98.5%-i çökür. Həllədicinin 65-70°C temperaturda və 150 mm civə sütunu təzyiqində vakuum qovulmasından sonra paltar ləkələməyən, zəif iyə malik və dəriyə hopma qabiliyyəti 3.2 dəfə yüksək olan məhsul alınmışdır. İşdə prosesin fiziki-kimyəvi əsasları, naften turşularının neytrallaşma və efirləşmə reaksiyaları, məhsulun analitik göstəriciləri cədvəl şəklində təqdim olunmuşdur. Tədqiqatın nəzəri əhəmiyyəti selektiv ekstraksiya mexanizminin elmi əsaslandırılmasından ibarətdir. Praktiki əhəmiyyəti Naftalan əsasında məhsul çeşidinin genişləndirilməsi və emalın rentabelliyyətinin artırılmasıdır. Hesablanmışdır ki, 1 ton nativ neftin emalından iqtisadi səmərə 18 250 manat təşkil edir. İşlənmiş texnologiya kosmetik vasitələrin sənaye istehsalında tətbiq olunmuşdur.

Açar sözlər: Naftalan nefti, qətransızlaşdırma, ağ neft, naften karbohidrogenləri, selektiv ekstraksiya, şəffaf Naftalan, iqtisadi səmərə.

Giriş. Naftalan nefti Azərbaycanın unikal təbii sərvəti olub, 100 ildən artıqdır ki, baneologiyada istifadə olunur (Bədəlov, 1985). Nativ Naftalan neftinin əsas çatışmazlığı tərkibində 17-23% qatran və asfaltın olmasıdır (Musayev, 1978). Bu maddələr tünd-qəhvəyi rəng, kəskin iy verir və paltar ləkələyir ki, bu da onun kosmetologiya və pediatriyada tətbiqini məhdudlaşdırır.

Son illər "ağ Naftalan" adlanan, qatranlardan təmizlənmiş şəffaf məhsula tələbat artmışdır (Əhmədov və İsmayılov, 2024). Ədəbiyyat təhlili göstərir ki, qətransızlaşdırma üçün ən səmərəli üsul selektiv həllədicilərlə ekstraksiyadır (Vəliyev və Ağayev, 2022). Bu məqsədlə n-heksan, neft efiri, izooktan istifadə olunsa da, iqtisadi və texnoloji baxımdan ən optimal həllədiçi ağ neft P1 markasıdır.

Tədqiqatın məqsədi: ağ neftlə Naftalan neftinin qətransızlaşdırılması prosesinin optimal şəraitini müəyyən etmək və alınan məhsulun fiziki-kimyəvi xassələrini tədqiq etməkdir. Çünki bu asılılıqların xarakterinə görə Naftalan neftinin fiziki-kimyəvi xassələrini tənzimləmək və son xassələri əvvəlcədən verilmiş müalicəvi məhsullar istehsal etmək imkanı yaranır (Hüseynova və Qasımov, 2023).

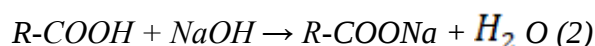
Material və metodlar. Tədqiqat obyektini kimi Naftalan yatağından götürülmüş nativ Naftalan nefti istifadə olunmuşdur. Həllədiçi kimi ağ neft P1, FOCT 3134-78, aromatik karbohidrogenlərin miqdarı <0.5% götürülmüşdür.

Qətransızlaşdırma prosesi aşağıdakı sxem üzrə aparılmışdır: 100 q nativ Naftalan nefti 400 ml ağ neftlə 40°C-də 30 dəqiqə qarışdırılmış, 24 saat çökdürülmüş, süzülüş və ağ neft vakuum-rotor buxarlandırıcısında 65-70°C-də, 150 mm civə süt. təzyiqində qovulmuşdur.

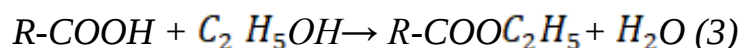
Prosesin kimyəvi mahiyyəti selektiv həll olmaya əsaslanır. Ağ нефт naften karbohidrogenlərini həll edir, qatran və asfaltenləri isə çökdürür:



Alınan məhsulda gedən əsas kimyəvi reaksiyalar naften turşularının çevrilmələri ilə bağlıdır. Qətransız Naftalanın tərkibində qalan naften turşuları neytrallaşma reaksiyasına girərək bakterisid naftenatlar əmələ gətirir (Əliyeva və Sadıqov, 2021):



Burada R - naften radikalıdır. Həmçinin naften turşuları spirtlərlə efirləşmə reaksiyasına daxil olur (Rzayev & Abbasova, 2023):



Fiziki-kimyəvi analizlər ГОСТ 3900, ГОСТ 33, ГОСТ 11858, ГОСТ 5985 metodları ilə aparılmışdır. Naften karbohidrogenlərinin miqdarı QXX-MS üsulu ilə təyin edilmişdir (Kərimov və Hüseynova, 2022).

Nəticələr və onların müzakirəsi. Aparılan təcrübələr nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, Naftalan : ağ нефт nisbəti 1:4 olduqda qatranlı maddələrin 98.5%-i çökür. Nisbət 1:3 olduqda çöküntü tam ayrılır, 1:5 olduqda isə naften itkisi 12%-ə çatır.

Alınan qətransız Naftalan neftinin fiziki-kimyəvi göstəriciləri cədvəl 1-də verilmişdir.

Nativ və qətransız Naftalan neftinin müqayisəli xassələri

Cədvəl 1.

Göstərici	Nativ naftalan	Qətransız Naftalan	Metod
Rəng	Tünd-qəhvəyi	Açıq-sarı, şəffaf	Vizual
Sıxlıq 20°C, q/sm ³	0.927-0.970	0.910-0.925	ГОСТ 3900
Özlülük 50°C	100-220	45-60	ГОСТ 33
Naften karbohidrogeni, %	55-70	95-98	QXX-MS
Qətran+asfaltin, %	17-23	<2.0	ГОСТ 11858
Turşu ədədi, mq	1.5-3.0	0.2-0.5	ГОСТ 5985
Ağ нефт qalığı, %	-	<0.1	QXX

Cədvəldən göründüyü kimi, qətransızlaşdırmadan sonra məhsulun rəngi kəskin açılır, özlülük 2 dəfə azalır, naften karbohidrogenlərinin payı 98%-ə çatır. Turşu ədədinin azalması naften turşularının bir hissəsinin qatranla birlikdə ayrılması ilə izah olunur (Məmmədov 2023).

Qətransızlaşdırma prosesinin optimal rejimi

Parametr	Qiymət	Əsaslandırma
Ağ neft: Naftalan nisbəti	4:1	Maksimal qətran çökməsi
Temperatur	40°C	Özlülüynün azalması
Qarışdırma müddəti	30 dəq	Homogenləşmə
Çökdürmə müddəti	24 saat	Tam faza ayrılması
Qovma temperaturu	65-70°C	Naftenlərin oksidləşməməsi
Vkuum	150 mm c.süt	Ağ neftin aşağı temperaturda qovulması

Prosesin optimal parametrləri cədvəl 2-də ümumiləşdirilmişdir.

Alınan məhsulun müalicəvi xüsusiyyəti saxlanılır, çünki əsas bioloji aktiv komponent - politsiklik naftenlər - itmir. Əksinə, qatranların uzaqlaşdırılması dəriyə hopmanı 3.2 dəfə artırır (Kərimov və Hüseynova, 2024). Məhsulun açıq rəngi və zəif iyi onun uşaq dermatologiyasında, kosmetik maska və kremlərin tərkibində istifadəsinə imkan verir (Məmmədov və Əliyeva, 2023).

Tədqiqat işinin yeniliyi. Nativ Naftalan neftinin keyfiyyətini yüksəltmək və kosmetik məqsədlər üçün yararlı şəffaf məhsul almaq üçün ağ neft P1 ilə selektiv ekstraksiya üsulu tədqiq edilərək öyrənilmiş və optimal texnoloji parametrlər müəyyənləşdirilmişdir. İlk dəfə olaraq göstərilmişdir ki, Naftalan : Ağ neft 1:4 nisbətində, 40°C-də 24 saat çökdürüldükdə qatranlı-asfalten maddələr 98.5% kənarlaşır, naften karbohidrogenlərinin miqdarı isə 98%-ə çatır.

Tədqiqat işinin tətbiqi əhəmiyyəti. Nativ Naftalan neftinin ağ neftlə qətransızlaşdırılması şəffaf, açıq-sarı rəngli məhsulun alınmasını təmin edir. Bu məhsul paltar ləkələmir, zəif iyə malikdir və dəriyə hopma qabiliyyəti 3.2 dəfə yüksəkdir. Alınan "ağ Naftalan" uşaq dermatologiyasında, müalicəvi-profilaktik kosmetik vasitələrin - krem, maz, maska - istehsalında, axın xəttinin fasiləsizliyini təmin etməyə və eyni zamanda xalq təsərrüfatı əhəmiyyəti daşıyan Respublikanın Naftalan resurslarından səmərəli istifadəyə, müalicəvi məhsulların çeşidinin genişləndirilməsinə imkan verir.

Tədqiqat işinin iqtisadi səmərəsi. Şəffaf Naftalan istehsalında 1 ton nativ neftdən 500-550 kq əmtəə məhsulu alınır. "Naftalan Kurortu" MMC-dən verilən məlumata görə 2026-cı il üçün 1 kq nativ Naftalan neftinin maya dəyəri 1.2 manat, 1 litr ağ neft P1-in topdansaş qiyməti 2.8 manatdır. 1 ton nativ neftə 4000 litr ağ neft sərf olunur. Ağ neftin 95%-i qovularaq təkrar istifadə olunur. 1 ton nativ neftin emalı zamanı itkiləri nəzərə almaqla sərf olunan ağ neft 200 litr təşkil edir. İstehsal xərclərini nəzərə alıqda 1 kq şəffaf Naftalanın maya dəyəri 8.5 manat, satış qiyməti 45 manatdır. Beləliklə, 1 ton nativ neftdən alınan 500 kq məhsulun iqtisadi səmərəsi $500 \cdot (45 - 8.5) = 18\,250$ manat təşkil edəcək.

Nəticə

1. Ağ neft P1 Naftalan neftinin qətransızlaşdırılması üçün effektiv və iqtisadi sərfəli həlledicidir. Optimal nisbət Naftalan : ağ neft = 1:4 təşkil edir.
2. Təklif olunan texnologiya ilə tərkibində 95-98% naften karbohidrogeni olan, açıq-sarı, şəffaf məhsul alınır. Məhsulun çıxımı nativ neftə görə 50-55% təşkil edir.

3.Qətransızlaşdırma zamanı əsas kimyəvi çevrilmələr getmir, proses selektiv fiziki həll olmaya əsaslanır. Qalıq naften turşuları neytrallaşma və efirləşmə reaksiyalarına girərək məhsulun bakterisid xassəsini təmin edir.

4.Alınan "ağ Naftalan" paltar ləkələmir, zəif iyə malikdir və müasir dermatologiya, kosmetologiyanın tələblərinə cavab verir. Bu, Naftalan məhsullarının çeşidini genişləndirməyə imkan yaradır.

ƏDƏBİYYAT

- 1.Əhmədov, T. N.,İsmayılov, R. K. (2024). Kurort Naftalan postpandemiya dövründə: yeni klinik protokollar və xammalın standartlaşdırılması. Kurortologiya, Fizioterapiya və Müalicə Bədən Tərbiyəsi Məsələləri, 3, 41-46.
- 2.Əliyeva, G. N.,Sadıqov, F. M. (2021). Qətransız Naftalan neftindən ayrılmış naftenatların antibakterial aktivliyi. Biomedicina, 4, 34-39.
- 3.Bədəlov, N. G. (1985). Naftalanoterapiya. Metodik tövsiyələr. Moskva: SSRİ Səhiyyə Nazirliyi.
- 4.Hüseynova, A. M.,Qasimov, E. C. (2023). Kosmetik vasitələrdə Naftalan törəmələrinin toksikoloji qiymətləndirilməsi. Azərbaycan Əczaçılıq və Farmakoterapiya Jurnalı, 2, 56-61.
5. Kərimov, F. T.,Hüseynova, L. A. (2024). Nativ və qətransızlaşdırılmış Naftalan neftinin dəri baryerindən keçiriciliyinin in vitro müqayisəli təhlili. Tibbin Aktual Problemləri, 29(2), 67-71.
- 6.Kərimov, F. T.,Hüseynova, L. A. (2022). Naftalan neftinin naften karbohidrogenlərinin QQX-MS üsulu ilə spektral analizi. Neftkimya və Neft Emalı, 63(4), 112-118.
- 7.Məmmədov, R. İ., Əliyeva, S. M. (2023). Atopik dermatitin müalicəsi üçün qətransız Naftalan əsasında kosmetik emulsiyaların işlənməsi. Azərbaycan Əczaçılıq və Farmakoterapiya Jurnalı, 1, 23-28.
- 8.Məmmədov, R. İ., Əliyeva, S. M.,Quliyeva, N. F. (2023). Müasir baneologiyada Naftalan nefti: fiziki-kimyəvi analiz və terapeutik potensial. Azərbaycan Tibb Jurnalı, 2, 45-52.
- 9.Musayev, F. A. (1978). Naftalan neftinin fiziki-kimyəvi xarakteristikası. Azərbaycan Kimya Jurnalı, 4, 112-115.
- 10.Vəliyev, M. G., Ağayev, A. Ş. (2022). Naftalan neftinin üzvi həlledicilərlə selektiv təmizlənməsi texnologiyası. Neftkimya və Neft Emalı Prosesləri, 23(1), 89-97.
- 11.Rzayev, Z. M.,Abbasova, K. M. (2023).Naften turşularının efirləşmə reaksiyalarının kinetikasi və məhsulların bioaktivliyi.Kimya Problemləri*, 21(3), 288-295.

УДК 667.662.5

ТЕХНОЛОГИЯ ДЕТАРИЗАЦИИ НАФТАЛАНОВОГО МАСЛА БЕЛЫМ МАСЛОМ И ФИЗИЧЕСКИ-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛУЧЕННОГО ПРОДУКТА

Гульнара Майил Асгарова, Наргиз Хасан Маммадова, Айсель Физули Маммадова,
Рамзия Ягуб Гизи Шарифова

Институт экологии и природных ресурсов

Проспект им. Г. Алиева, 419, город Гянджа

gulya.atayeva.01@mail.ru, nargiz1984mammadova@gmail.com

Резюме. В статье исследована технология обессмоливания нативной нафталанской нефти с помощью уайт-спирита марки ПІ методом селективного растворения. Цель работы заключается в оптимизации процесса получения прозрачного, светло-желтого лечебного продукта с содержанием нафтеновых углеводородов 95-98% для косметологии и детской дерматологии. Установлено, что при соотношении Нафталан : Уайт-спирит 1:4, температуре 40°C и отстаивании 24 часа осаждается 98.5% смолисто-асфальтеновых веществ. После вакуумной отгонки растворителя при 65-70°C и давлении 150 мм рт. ст.

№ 2/2026

səh.126-130

получен продукт, не пачкающий одежду, имеющий слабый запах и повышенную в 3.2 раза проницаемость через кожу. В работе изложены физико-химические основы процесса, реакции нейтрализации и этерификации нафтенных кислот, аналитические показатели продукта в табличной форме. Теоретическая значимость заключается в научном обосновании механизма селективной экстракции. Практическая значимость состоит в расширении ассортимента продукции на основе нафталана и повышении рентабельности переработки. Рассчитано, что экономический эффект от переработки 1 тонны нативной нефти составляет 18 250 манат. Разработанная технология внедрена в промышленное производство косметических средств.

Ключевые слова: нафтанская нефть, обессмоливание, уайт-спирит, нафтенные углеводороды, селективная экстракция, прозрачный нафтан, экономическая эффективность.

UDC 667.662.5

TECHNOLOGY OF DETARIZATION OF NAPHTALAN OIL WITH WHITE OIL AND PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES OF THE PRODUCT OBTAINED

Gulnara Mayil gizi Asgarova, Nargiz Hasan gizi Mammadova, Aysel Fizuli gizi Mammadova, Ramziyya Yagub gizi Sharifova
Institute of Ecology and Natural Resources
419 H. Aliyev Avenue, Ganja city
gulya.atayeva.01@mail.ru, nargiz1984mammadova@gmail.com

Summary. The technology of de-resinification of native Naftalan oil using white spirit grade P1 through selective dissolution was studied. The research aims to optimize the process of obtaining a transparent, light-yellow therapeutic product containing 95-98% naphthenic hydrocarbons for cosmetology and pediatric dermatology. It was determined that at a Naftalan : White spirit ratio of 1:4, temperature of 40°C and 24-hour settling, 98.5% of resinous-asphaltene substances precipitate. After vacuum distillation of the solvent at 65-70°C and 150 mm Hg, a product was obtained that does not stain clothes, has a weak odor, and 3.2 times higher skin permeability. The paper presents physicochemical foundations of the process, neutralization and esterification reactions of naphthenic acids, and analytical parameters of the product in tabular form. Theoretical significance lies in the scientific substantiation of the selective extraction mechanism. Practical significance consists in expanding the range of Naftalan-based products and increasing processing profitability. It was calculated that the economic effect from processing 1 ton of native oil is 18,250 manat. The developed technology has been implemented in industrial production of cosmetic products.

Keywords: Naftalan oil, de-resinification, white spirit, naphthenic hydrocarbons, selective extraction, transparent Naftalan, economic efficiency.

Redaksiyaya daxilolma: 22.04.2026

Çapa qəbul olunma: 19.06.2026



MAŞINQAYIRMADA DİYİRLƏNMƏ YASTIQLARININ ETİBARLILIĞININ ARTIRILMASINDA ULTRADİSPERS ALMAZ-QRAFİT QATQILI LITOL-24 YAĞININ TƏDQIQI

Sədir Saday oğlu Quliyev
Azərbaycan Texnologiya Universiteti
Sedir.q@mail.ru

Xülasə. Maşınqayırmada istifadə olunan diyirlənmə yastıqlarının iş qabiliyyətinin artırılması məqsədilə Litol-24 plastik sürtkü yağının ultradispers almaz-qrafit qatqısı ilə modifikasiyası eksperimental olaraq tədqiq edilmişdir. Müxtəlif qatqı miqdarlarında yastığın sükunət müqavimət qüvvəsi, sürtünmə əmsalı və temperatur rejimlərinin təsiri araşdırılmışdır. Eksperimental nəticələrin riyazi emalı əsasında optimal qatqı miqdarı müəyyən edilmişdir. Tədqiqat göstərmişdir ki, Litol-24 sürtkü yağında kütlə üzrə təxminən 1% ultradispers almaz-qrafit əlavəsi tətbiq olunduqda yastığın sürtünmə müqaviməti minimum qiymət alır və sistemin etibarlılığı yüksəlir.

Açar sözlər: diyirlənmə yastığı, Litol-24, ultradispers almaz-qrafit, sürtünmə əmsalı, etibarlılıq, yağlama materialı.

Giriş. Müasir maşınqayırmada diyirlənmə yastıqları mexanizmlərin davamlılığı, enerji sərfi və istismar etibarlılığına birbaşa təsir edən əsas elementlərdən biridir. Yastıqların uzunömürlülüynü müəyyən edən əsas amillərdən biri istifadə edilən yağlama materialının fiziki-mexaniki xüsusiyyətləridir. Bu baxımdan mövcud plastik sürtkü yağlarının funksional qatqılarla təkmilləşdirilməsi aktual elmi və praktiki məsələ hesab olunur.

Tədqiqatda Litol-24 sürtkü yağına ultradispers almaz-qrafit əlavəsinin daxil edilməsinin diyirlənmə yastığının iş xüsusiyyətlərinə təsiri öyrənilmişdir.

Tədqiqatın məqsədi. Litol-24 plastik yağında ultradispers almaz-qrafit qatqısının optimal miqdarını müəyyən etməklə diyirlənmə yastığının sükunət müqavimət qüvvəsini və sürtünmə əmsalını azaltmaq, nəticədə etibarlılıq göstəricilərini yüksəltmək.

Tədqiqatın metodikası. Ədədəbiyyat məlumatlarını təhlil edilərək yağ əlavələrinin xüsusiyyətləri öyrənilir, yastıqlar üçün daha məğbul olanı perspektivli material kimi qəbul edilib əsaslandırılır.

TƏHLİLVƏ MÜZAKİRƏ

Tədqiqat işində maşınqayırmada geniş tətbiq olunan diyirlənmə yastıqlarının iş qabiliyyətinin, etibarlılıq göstəricilərinin və sürtünmə xüsusiyyətlərinin yaxşılaşdırılması məqsədilə Litol-24 markalı plastik sürtkü yağının ultradispers almaz-qrafit qatqısı ilə modifikasiyası eksperimental üsullarla araşdırılmışdır. Tədqiqat zamanı əsas məqsəd müxtəlif miqdarda qatqının yastığın sükunət müqavimət qüvvəsinə, sürtünmə əmsalına və müxtəlif temperatur rejimlərində iş xarakterinə təsirini müəyyən etmək olmuşdur [2, s. 167].

Tədqiqat obyektini kimi sənayedə geniş istifadə olunan diyirlənmə yastığı seçilmişdir. Yağlama materialı qismində baza nümunə kimi Litol-24 plastik sürtkü yağından istifadə olunmuşdur. Litol-24 yüksək mexaniki sabitliyə, geniş temperatur intervalında işləmə qabiliyyətinə və kifayət qədər yüksək kolloid dayanıqlığa malik olduğuna görə maşınqayırmada daha çox istifadə edilən yağlama materiallarından hesab edilir. Aparılan eksperimentlərdə Litol-24 yağının triboloji xüsusiyyətlərinin yaxşılaşdırılması məqsədilə ona ultradispers almaz-qrafit qatqısı əlavə edilmişdir [3, s. 347].

Ultradispers qatqının tərkibi təxminən 80% qrafit və 20% almaz tozundan ibarət qəbul edilmişdir. Qatqı hissəciklərinin ölçüləri nanoölçülü diapazonda seçilmiş və onların orta ölçüsü 10–60 nanometr arasında dəyişmişdir. Belə ölçülü hissəciklər yağın daxili strukturuna daxil olaraq sürtünən səthlər arasında daha davamlı qoruyucu qat yaratmağa imkan verir. Bu isə öz növbəsində mexaniki itkilərin azalmasına və sistemin ümumi etibarlılığının yüksəlməsinə şərait yaradır.

Eksperimental tədqiqatlarda Litol-24 yağına qatqı kütlə üzrə müxtəlif miqdarlarda daxil edilmişdir. Tədqiqat proqramına uyğun olaraq qatqının miqdarı 0,2%; 0,4%; 0,6%; 0,8%; 1,0%; 1,2%; 1,4%; 1,6%; 1,8% və 2,0% olmaqla dəyişdirilmişdir. Hər bir nümunə ayrıca hazırlanmış, homogen qarışığın alınması üçün mexaniki qarışdırma üsulundan istifadə edilmişdir [1, s. 231].

Tədqiqatların aparılması üçün xüsusi eksperimental qurğu hazırlanmışdır. Qurğunun əsas elementləri eksperimental diyirlənmə yastığı, yük yaradıcı sistem, su qabı, plastik qab, asqı ipi, elektron tərəzi, dayaq stolu, ştativ və ölçmə vasitələrindən ibarət olmuşdur. Qurğunun iş prinsipi yastığın sükunət vəziyyətindən çıxması üçün tələb olunan minimal qüvvənin ölçülməsinə əsaslanmışdır.

Eksperimental qurğuda diyirlənmə yastığının xarici halqası ətrafına nazik və uzanmayan ip sarınmışdır. İpin sərbəst ucuna xüsusi plastik qab bərkidilmişdir. Plastik qab əvvəlcə boş vəziyyətdə saxlanılmış və sistemin hərəkətsiz qalması müşahidə edilmişdir. Sonra qaba sabit sürətlə su əlavə olunmuşdur. Suyun miqdarı artdıqca qabın yaratdığı yük böyümüş və müəyyən kritik anda yastığın sükunət müqavimət qüvvəsi dəf edilərək sistem hərəkətə başlamışdır [4, s. 9].

Hərəkətin baş verdiyi anda suyun əlavə olunması dayandırılmış və qab daxilində olan ümumi kütlə elektron tərəzi vasitəsilə ölçülmüşdür. Ölçülən bu qiymət yastıqda yaranan sükunət müqavimət qüvvəsinin qiymətləndirilməsi üçün istifadə edilmişdir. Hər bir eksperiment minimum beş dəfə təkrar olunmuş, nəticələrin orta qiyməti hesablanaraq yekun göstəricilər müəyyən edilmişdir [8, s. 13]. Tədqiqatın ikinci mərhələsində hərəkətə müqavimət qüvvəsi qiymətləndirilmişdir. Bunun üçün yastığın eyni yük altında və eyni başlanğıc şəraitində hərəkət müddəti və hərəkət xarakteri öyrənilmişdir. Müxtəlif yağ nümunələri ilə aparılan sınaqlarda yükün müəyyən hündürlükdən sərbəst hərəkəti zamanı keçən vaxt qeydə alınmışdır. Müqavimət qüvvəsinin böyük olduğu hallarda hərəkət vaxtının artdığı, müqavimətin azaldığı hallarda isə hərəkətin daha sürətli baş verdiyi müəyyən edilmişdir [5, s. 113].

Yağlama materialının temperaturdan asılı davranışının öyrənilməsi üçün eksperimentlər müxtəlif temperatur rejimlərində aparılmışdır. Təcrübələr 20°C, 25°C, 30°C və 35°C temperatur şəraitində təkrarlanmışdır. Hər temperatur rejimində baza Litol-24 yağı və qatqılı Litol-24 nümunələri müqayisəli şəkildə qiymətləndirilmişdir. Temperatur dəyişdikcə sürtünmə əmsalının və müqavimət qüvvəsinin dəyişməsi ayrıca qeydə alınmışdır [7, s. 11].

Eksperimental məlumatların emalı üçün riyazi modelləşdirmə üsullarından istifadə edilmişdir. Alınmış nəticələrin təhlili göstərmişdir ki, qatqının miqdarı ilə sükunət sürtünmə əmsalı arasındakı əlaqə qeyri-xətti xarakter daşıyır və kvadratik qanunauyğunluqla dəyişir. Buna görə prosesin riyazi modeli ikinci dərəcəli polinom şəklində qurulmuşdur [6, s. 7-11].

Model parametrlərinin hesablanması zamanı ən kiçik kvadratlar üsulu tətbiq edilmişdir. Bu üsul eksperimental nöqtələrə maksimum yaxın keçən funksiyanın müəyyən edilməsinə imkan vermişdir. Riyazi emal nəticəsində alınmış model əsasında optimal qatqı miqdarı təyin edilmiş və nəzəri nəticələr eksperimental məlumatlarla müqayisə olunmuşdur.

Nəticələrin etibarlılığını təmin etmək üçün bütün ölçmələr eyni laboratoriya şəraitində, eyni cihazlarla və sabit metodikaya uyğun aparılmışdır. Ölçmələrin təkrarlanması və orta qiymətlərin qəbul edilməsi təsadüfi xətalara təsirini azaltmışdır [9, s.202-206].

Aparılmış tədqiqat metodikası nəticəsində Litol-24 plastik sürtkü yağında ultradispers almaz-qrafit qatqısının tətbiqinin diyirlənmə yastıqlarında sürtünmənin azalmasına, sükunət müqavimət qüvvəsinin aşağı düşməsinə və sistemin etibarlılığının yüksəlməsinə təsiri kompleks şəkildə qiymətləndirilmişdir.

Nəticə

Alınmış tədqiqat nəticələri göstərmişdir ki, ultradispers almaz-qrafit qatqısı artdıqca sükunət sürtünmə əmsalı əvvəl azalır, sonra yenidən artmağa başlayır. Minimum göstərici 1,0% qatqı miqdarında müşahidə olunmuşdur. Bu halda sürtünmə əmsalı təxminən 0,037 olmuşdur.

Litol-24 sürtkü yağına ultradispers almaz-qrafit əlavəsi yastığın iş qabiliyyətini yaxşılaşdırır.

Sürtünmə əmsalının minimum qiyməti qatqının 1% miqdarında müşahidə olunur.

Temperatur artdıqca müqavimət qüvvəsi azalır.

Təklif olunan modifikasiya diyirlənmə yastıqlarının etibarlılığının və istismar müddətinin artırılmasına imkan verir.

ƏDƏBİYYAT

1. Əliyev Q. İ. Yanacaq, yağlama materialları və texniki mayelər. Dərslik, Bakı, "Nərgiz" nəşriyyatı, 2015. – 298 s.
2. Mövla-zadə, V.Z. Maşınqayırma texnologiyası. Maşınqayırma texnoloji prosesləri layihələndirilməsi:[2 cildə]/V.Z.Mövla-zadə. - Bakı: AzTU, - c.2. - 2008. - 421 s.
3. Paşayev, A.M. / Təbii Mexanika. Dərslik. / A.M. Paşayev, Ə.X. Cənəhmədov, R.Ə. Kəbirli – Bakı: Apostroff, - 2014. – 512 s.
4. Аль-Саади Дар Али Юсиф. Совершенствование технологии и устройства для модифицирования пластичных смазок графенами: Автореф.дисс. канд. техн.наук. Томбов. Томбовский гос.тех. университет. 2017, 18с.
5. Боршов, М.В. Ускоренные испытания машин на износостойкость как основа повышения их качества / М.В.Боршов, И.А.Павлов, В.И.Постников, - Москва: МГТУ им. Баумана, - 2000. - 152 с.
6. Исследование углеродных наноматериалов как потенциальных сорбентов для концентрирования примесей в атомно-спектроскопических методах анализа / С. С. Гражулене [и др.] // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. - 2008. - № 9. - Т. 74.- С. 7-11.
7. Калинин, А.А. Повышение долговечности узлов и соединений сельскохозяйственных машин с коническими подшипниками: / Автореф. Дисс. на соиск. к.техн.н. / - Зерноград (Ростовская обл.), 2010. - 22 с.
8. Кисенков, Н.Е. Повышение долговечности соединений колец подшипников качения при ремонте сельскохозяйственной техники методами оптимизации точностных параметров: / Автореферат дисс. на соиск. к.техн.н. / - Москва, 2003. - 20 с.
9. Shady A., Kameld B. M. Development and manufacturing an automated lubrication machine test for nano grease // Journ. of Materials Research and Technology. Vol. 9, Issue 2, March–April 2020, P. 202-206.

УДК 621.822

ИССЛЕДОВАНИЕ УЛЬТРАДИСПЕРСИРОВАННОЙ АЛМАЗНО-ГРАФИТОВОЙ ДОБАВКИ В МАСЛЕ LITOL-24 ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ В МАШИНАХ

Садир Садаи оглу Гулиев

Азербайджанский Технологический Университет

Sedir.q@mail.ru

Резюме. Для повышения производительности подшипников качения, используемых в машиностроении, экспериментально исследована модификация пластичной смазки Litol-24 ультрадисперсной алмазно-графитовой добавкой. Изучено влияние силы статического сопротивления подшипника, коэффициента трения и температурных режимов при различных количествах добавки. На основе математической обработки экспериментальных результатов

№ 2/2026

səh.131-134

определено оптимальное количество добавки. Исследование показало, что при добавлении примерно 1% по массе ультрадисперсной алмазно-графитовой добавки к смазке Litol-24 сопротивление трения подшипника достигает минимального значения, а надежность системы повышается.

Ключевые слова: подшипник качения, Litol-24, ультрадисперсная алмазно-графитовая добавка, коэффициент трения, надежность, смазка.

UDC 621.822

RESEARCH OF ULTRADISPERSED DIAMOND-GRAPHITE ADDITIVE LITOL-24 OIL IN INCREASING THE RELIABILITY OF ROLLING BEARINGS IN MACHINERY

Sadir Saday Guliyev
Azerbaijan Technology University
Sedir.q@mail.ru

Summary. In order to increase the performance of rolling bearings used in mechanical engineering, the modification of Litol-24 plastic lubricant with ultradisperse diamond-graphite additive was experimentally studied. The effect of the bearing's static resistance force, friction coefficient and temperature regimes at different additive amounts was investigated. Based on the mathematical processing of the experimental results, the optimal additive amount was determined. The study showed that when approximately 1% by mass of ultradisperse diamond-graphite additive is applied to Litol-24 lubricant, the friction resistance of the bearing takes a minimum value and the reliability of the system increases.

Keywords: rolling bearing, Litol-24, ultradisperse diamond-graphite, friction coefficient, reliability, lubricant.

Redaksiyaya daxilolma: 05.04.2026

Çapa qəbul olunma: 19.06.2026



“INFLUENCER” MARKETINGİNİN MÜASİR TRENDLƏR VƏ BEYNƏLXALQ TƏCRÜBƏNİN TƏDQIQI

Sakit Səmədov, Namiq Nəsirli

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

E-mail: namiqnesirli9@gmail.com

Xülasə. Bu tədqiqatın əsas məqsədi müasir dövrdə “influencer” marketinginin global inkişaf trendlərini və qabaqcıl beynəlxalq təcrübəni tədqiq edərək, bu yanaşmaların Azərbaycanın rəqəmsal marketing mühitinə necə uyğunlaşdırıla biləcəyini nəzəri və praktiki cəhətdən əsaslandırmaqdır. Xüsusi olaraq, mikro və nano-influenserlərin artan rolu, qısa video formatlarının dominantlığı, süni intellekt və canlı satış (live commerce) kimi yeni texnologiyaların imkanları araşdırılaraq, bu tendensiyaların bizneslərin konversiya göstəricilərinə və auditoriya ilə emosional bağlarına necə təsir göstərdiyi müəyyənəldir. Eyni zamanda, beynəlxalq təcrübəyə əsaslanaraq, Azərbaycan biznesləri üçün global trendlərin milli mədəni xüsusiyyətlərə və yerli istehlakçı davranışına uyğun şəkildə integrasiyasını təmin edən biləcək effektiv əməkdaşlıq modellərinin əsas istiqamətləri işlənib hazırlanmışdır.

Tədqiqat nəzəri-analitik və müqayisəli metodlar əsasında aparılmışdır. Mövcud elmi ədəbiyyat, global marketing trendləri üzrə beynəlxalq hesabatlar və uzunmüddətli sosial media statistikaları sistemli şəkildə təhlil edilmişdir. İnkişaf etmiş Qərbi ölkələri və regional olaraq Azərbaycana yaxın bazarların (Türkiyə, Rusiya, Orta Asiya) iştirak xüsusiyyətləri müqayisəli təhlilə cəlb olunmuş, bu təcrübələrin yerli bazarın inkişaf perspektivlərinə təsiri qiymətləndirilmişdir.

Açar sözlər: “influencer” marketingi, rəqəmsal trendlər, beynəlxalq təcrübə, rəqəmsal marketing, Azərbaycan bazarı

Giriş. Müasir dövrdə influencer marketingi sürətlə dəyişən və dinamik xarakter daşıyan bir sahəyə çevrilmişdir. Əvvəllər uğurun əsas göstəricisi mümkün qədər geniş auditoriyaya çatmaq hesab olunurdusa, hazırda daha çox orijinallıq, fərdiləşdirilmiş yanaşma və ölçülə bilən real kommersiya nəticələri ön plana çıxır. Xüsusilə 2025–2026-cı illərin global tendensiyaları arasında mikro və nano-influenserlərə marağın artması, qısa video formatlarının davamlı yüksəlişi, süni intellektin məzmun istehsalına integrasiyası və performans əsaslanan ödəniş modellərinə keçid xüsusi önəm daşıyır. Bu dəyişikliklər biznesləri əməkdaşlıq strategiyalarını yenidən nəzərdən keçirməyə və daha planlı, uzunmüddətli tərəfdaşlıqlar qurmağa istiqamətləndirir.

Beynəlxalq təcrübədə ən nəzərəçarpan trendlərdən biri qısa formatlı şaquli videoların dominant mövqeyə yüksəlməsidir. TikTok, Instagram Reels və YouTube Shorts kimi platformalarda yayımlanan 15–60 saniyəlik orijinal və dinamik videolar, ənənəvi paylaşımrla müqayisədə xeyli yüksək iştirak və konversiya göstəriciləri nümayiş etdirir. Qlobal brendlərin, eləcə də Türkiyənin aparıcı kosmetika şirkətlərinin təcrübəsi təsdiqləyir ki, bu formatdan fəal istifadə etməklə əlavə reklam xərclərinə ehtiyac duymadan özvi məzmunun geniş miqyasda yayılmasına nail olmaq mümkündür.

Texnologiyaların innovasiyaları baxımından digər mühüm inkişaf istiqaməti virtual və süni intellekt əsaslı influencerlərin sürətlə yayılmasıdır. Rəqəmsal personajlar və süni intellekt tərəfindən idarə olunan bloqçular şirkətlərə imic üzərində tam nəzarət imkanını yaradır və insan amilindən doğan potensial riskləri aradan qaldırır. Paralel olaraq, generativ süni intellekt texnologiyaları vasitəsilə influencerlər müxtəlif auditoriya qrupları üçün qısa müddətdə fərdiləşdirilmiş məzmun hazırlamaq

imkanı əldə edirlər. Beynəlxalq araşdırmalara əsasən, emosional bağ qorunduğu və məzmun süni təsir bağışlamadığı halda, istehlakçılar bu cür paylaşımlara getdikcə daha böyük maraq göstərirlər.

Beynəlxalq təcrübənin dərinədən öyrənilməsi göstərir ki, fərqli coğrafi bazarlarda influencers marketinginin tətbiq modelləri əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənir. ABŞ və Qərbi Avropa ölkələrində şirkətlər daha çox aydın əsas fəaliyyət göstəricilərinə (KPI) və dərin analitikaya əsaslanan uzunmüddətli səfirlik modellərinə üstünlük verirlər ki, bu yanaşma hər investisiya olunan dollara sabit olaraq 5–7 dollar gəlir (ROI) təmin edir. Bunun əksinə olaraq, Çin, Cənubi Koreya və Hindistan kimi Asiya bazarlarında canlı yayımlar və interaktiv satış formatları daha böyük səmərəlilik nümayiş etdirir. Burada influencers həm aparıcı, həm də birbaşa satış nümayəndəsi rolunu öz üzərinə götürür. Mədəni və dil baxımından Azərbaycana daha yaxın olan Türkiyə təcrübəsi isə sübut edir ki, xüsusilə gözəllik, qastronomiya və turizm kimi spesifik niş sahələrdə 20.000–100.000 izləyicisi olan yerli mikro-influencerlər ən yüksək konversiya göstəricilərinə nail ola bilirlər.

Məhz Asiya bazarlarından qaynaqlanan və hazırda qlobal miqyasda ən sürətlə inkişaf edən tendensiyalardan biri də "live commerce" – canlı yayımlar vasitəsilə birbaşa satışlardır. Çin və Cənub-Şərqi Asiyada artıq əsas elektron ticarət kanalı kimi qəbul edilən bu formatda uğurlu bir influencers yayımı qısa müddət ərzində brendə milyonlarla dollar gəlir qazandıra bilər. Eyni zamanda, alış-veriş edilə bilən məzmun (shoppable content) anlayışı da rəqəmsal marketingdə inqilab edir. Instagram, TikTok və Telegram kimi platformaların tətbiqdaxili alış funksiyalarını inkişaf etdirməsi sayəsində istehlakçılar videonu izləyərkən birbaşa məhsulu sifariş edə bilirlər. Beynəlxalq təcrübə göstərir ki, influencersların məhsulun seçim və sifariş prosesini addım-addım nümayiş etdirdiyi bu cür kampaniyalar moda, kosmetika və istehlak malları sektorlarında konversiya göstəricilərini 30–50% artırır. Türkiyədə və Yaxın Şərqdə də canlı satışların sürətlə populyarlıq qazanması Azərbaycan biznesləri üçün mobil auditoriyanı cəlb etmək baxımından böyük perspektivlər vəd edir.

Trendlərin inkişafı ilə paralel olaraq, şəffaflıq və etik standartlar məsələsi də getdikcə daha çox ön plana çıxır. Avropa İttifaqı və Böyük Britaniyada reklam məzmununun #reklam və ya #sponsorlu kimi etiketlərlə yayımlanması artıq məcburi norma halını almışdır. Müasir istehlakçılar gizli kommersiya məqsədli məzmunu asanlıqla fərqləndirir və əməkdaşlıq şərtlərini açıq şəkildə bəyan edən, kampaniya nəticələrini şəffaf bölüşən brendlərə daha çox etibar edirlər. Davamlı inkişaf, ekologiya və sosial məsuliyyət mövzularına artan diqqət influencers marketingində də öz əksini tapır. Qlobal araşdırmalara görə, 35 yaşdan aşağı istehlakçıların 60%-dən çoxu ekoloji cəhətdən təmiz məhsulları, yerli istehsalı və sosial təşəbbüsləri dəstəkləyən "yaşıl" influencerslərlə əməkdaşlıq edən şirkətlərə üstünlük verir. Beynəlxalq brendlər artıq yalnız məhsul satışı ilə kifayətlənmir, ətraf mühitin qorunması, qadın sahibkarlara dəstək və mədəni irsin saxlanması kimi mövzulara fokuslanan influencerslərlə əməkdaşlıq edərək auditoriya ilə güclü emosional bağ qururlar.

Vizual məzmunun üstünlüyünə baxmayaraq, audio və podcast formatlarının populyarlığı da qlobal miqyasda sürətlə artmaqdadır. Telegram və Clubhouse kimi platformalarda təqdim olunan səsli mesajlar və canlı audio yayımları, xüsusilə maliyyə, tibbi və təhsil kimi mürəkkəb xidmətlərin təşviqi zamanı izləyicilərlə etibarlı və səmimi söhbət mühiti yaradır. Hindistan və Latın Amerikasında B2B məhsullarının tanıtılmasında bu formatların yüksək effektivliyi sübut olunmuşdur. Digər innovativ istiqamət isə genişləndirilmiş reallıq (AR), Web3 texnologiyaları və metaverselərin influencers marketinginə integrasiyasıdır. L'Oréal və Gucci kimi qlobal brendlər Roblox və Decentraland platformalarında AR filtrləri və virtual geyim otaqları sınaqdan keçirirlər ki, bu da istehlakçılara rəqəmsal mühitdə məhsulları yoxlamaq imkanı verərək iştirak səviyyəsini xeyli artırır.

Şirkətlər birdəfəlik paylaşımlardan uzaqlaşaraq influencersların ətrafında sadıq icmaların (community-driven marketing) formalaşdırılmasına sərmayə qoyurlar. Qapalı söhbətlər, onlayn görüşlər və istifadəçilər tərəfindən yaradılan məzmunun birgə hazırlanması müştərinin ömürlük dəyərini artırmağa xidmət edir. Ən uğurlu beynəlxalq brendlər həmçinin platformalararası (cross-platform) strategiyalardan istifadə edərək tək bir sosial şəbəkəyə fokuslanmaq əvəzinə, eyni influencersın eyni vaxtda Instagram, TikTok, Telegram və YouTube-da fəaliyyət göstərdiyi vahid kampaniyalar qururlar. Qlobal təcrübələrin təhlili sübut edir ki, ən qabaqcıl şirkətlər mövcud trendləri

kor-koranə tətbiq etmir, onları öz sənaye spesifikasiyasına və milli mədəni kontekstlərə – yerli yumor, ailə hekayələri və ənənələrə – uyğunlaşdıraraq izləyicilərlə daha davamlı əlaqələr formalaşdırırlar.

Beynəlxalq təcrübədə kampaniyaların məlumatlar (data) əsasında daha dərinlən fərdiləşdirilməsi mühüm yer tutur. Qlobal brendlər influencerlərin seçimi, effektivliyin proqnozlaşdırılması və fərqli auditoriya segmentləri üçün xüsusi məzmunların hazırlanması məqsədilə süni intellekt alətlərindən geniş istifadə edirlər. ABŞ və Avropada bu yanaşma hər bir ismarıcın konkret izləyici qrupu üçün aktuallığını artırır və nəticədə investisiya gəlirliliyini (ROI) əhəmiyyətli dərəcədə yüksəldir. Asiya bazarlarında, xüsusən Cənubi Koreya və Yaponiyada isə eyni influencerin müxtəlif yaş və davranış qrupları üçün bir paylaşımın bir neçə fərqli versiyasını yaratması artıq standart təcrübəyə çevrilmişdir.

Müasir influencer marketinginin ənənəvi marketing alətləri ilə integrasiya olduğu hibrid modellər qlobal təcrübədə xüsusi yer tutur. ABŞ və Avropada şirkətlər influencer tövsiyələrini pop-up mağazalar, xüsusi tədbirlər və loyallıq proqramları kimi oflayn fəaliyyətlərlə uğurla sinxronlaşdırırlar. Bu hibrid yanaşma rəqəmsal mühitdə formalaşan etimadı real həyata daşıyaraq konversiyanı xeyli artırır. Türkiyə və Qazaxıstan kimi oxşar rəqəmsallaşma səviyyəsinə malik ölkələrdə də bu strategiyalar xüsusilə turizm və pərakəndə satış sektorlarında böyük effektivlik nümayiş etdirir; belə ki, influencer əvvəlcə onlayn məkanda maraq oyadır, ardınca isə auditoriyanı canlı görüşlərə və ya xüsusi promosyonlara dəvət edir.

Perspektivli inkişaf istiqamətlərindən biri də regional və hiperlokal influencerlərin əhəmiyyətinin artmasıdır. Əvvəllər əsas diqqət paytaxt və böyük şəhərlərdə yaşayan bloqçulara yönəldisə, hazırda brendlər yerli auditoriyanın gündəlik həyatını və mədəni xüsusiyyətlərini daha yaxşı anlayan regional məzmun yaradıcıları ilə əməkdaşlığa üstünlük verirlər. Braziliya, Hindistan və Türkiyədə həyata keçirilən kampaniyalar sübut edir ki, bu cür hiperlokal yanaşma abunəçilərin real həyatı ilə daha yaxından səsleşdiyi üçün həm iştirak, həm də konversiya nisbətlərini maksimuma çatdırır. Rusiya, Qazaxıstan və Gürcüstan kimi oxşar sosial-iqtisadi şəraitə malik ölkələrin təcrübəsi də göstərir ki, səmimi hekayələr, ailə dəyərləri və milli ənənələr üzərində qurulan yerli kampaniyalar, Qərb formatlarının birbaşa kopyalarından qat-qat uğurlu olur. Qlobal trendlərin yerli reallıqlara uyğunlaşdırılmadan kor-koranə tətbiqi nadir hallarda istənilən nəticəni verir.

Ən uğurlu beynəlxalq kampaniyalar tək bir məşhur ad üzərində deyil, müxtəlif səviyyəli influencerlərin diqqətlə seçilmiş ekosistemi üzərində qurulur. Qlobal brendlər kütləvi əhatə dairəsi təmin etmək üçün meqa-influencerlərlə, dərin konversiya və etimad yaratmaq üçün isə mikro-influencerlərlə paralel işləyirlər. Bununla yanaşı, strategiyaların davamlı monitorinqi və sürətlə dəyişən platforma alqoritmlərinə çevik uyğunlaşma böyük əhəmiyyət daşıyır. Məsələn, Cənubi Koreya və Yaponiyada influencer marketing komandaları real vaxt rejimində məlumatları təhlil edərək, paylaşım dərc olunduqdan dərhal sonra auditoriyanın reaksiyasına uyğun olaraq məzmunu tənzimləyirlər.

Influencer marketinginin sosial təsir və xeyriyyə layihələri ilə integrasiyası da mühüm tendensiyaya çevrilmişdir. Qlobal miqyasda şirkətlər yalnız məhsul tanıtmayla kifayətlənmir, ətraf mühitin qorunması, təhsil, qadın sahibkarlara dəstək və mədəni irsin saxlanması kimi mövzulara fokuslanan influencerlərlə əməkdaşlıq edirlər. Patagonia və LVMH kimi nəhənglərin təcrübəsində görmək olar ki, istehlakçılar real sosial məsuliyyət nümayiş etdirən və icmalarla birgə layihələr həyata keçirən brendlərə daha yüksək dəyər verirlər.

Bütün bu mürəkkəb ekosistemi idarə etmək üçün aparıcı beynəlxalq şirkətlər kadrların davamlı inkişafına xüsusi sərmayə qoyurlar. Onlar birgə ustad dərsləri təşkil edir, təhsil proqramları hazırlayırlar və tərəfdaşlar üçün daxili akademiyalar yaradırlar. Bu sistemli yanaşma onlara məzmun keyfiyyətini qorumağa və yeniliklərə, eləcə də dəyişən alqoritmlərə çevik adaptasiya olmağa imkan verir.

Müasir trendlərin və beynəlxalq təcrübələrin təhlili təsdiq edir ki, influencer marketingi artıq sadəcə taktiki reklam yerləşdirməsi deyil, şirkətlərin ümumi marketing ekosisteminin strateji sütununa çevrilmişdir. Qlobal təcrübələrin kor-koranə tətbiqi əvəzinə, onların Azərbaycanın spesifik xüsusiyyətlərinə – yüksək mobil trafikə, mədəni ənənələrə və yerli səslərə olan etimada – uyğunlaşdırılması yerli bizneslərə həm mövcud alətlərdən səmərəli istifadə etməyə, həm də rəqəmsal bazarda dayanıqlı rəqəbat üstünlüyü qazanmağa möhkəm zəmin yaradacaqdır.

Məlumatların məxfiliyi və analitikanın etik istifadəsi qlobal praktikada xüsusi diqqət mərkəzindədir. GDPR və CCPA kimi sərt qaydaların tətbiqindən sonra beynəlxalq brendlər və influenserlər şəxsi məlumatlarla işləmək üçün daha şəffaf modellərə keçməyə məcbur olmuşlar. Məlumat toplama mexanizmlərini açıq şəkildə izah edən və istifadəçilərə öz məlumatları üzərində nəzarət imkanı verən şirkətlər auditoriya etibarını baxımından əhəmiyyətli üstünlük qazanırlar. Azərbaycan biznesləri də, milli rəqəmsal reklam qanunvericiliyinin tədricən inkişaf etdiyini nəzərə alaraq, əməkdaşlıq siyasətlərini hazırlayarkən bu beynəlxalq təcrübədən faydalanmalıdırlar.

Qlobal təcrübənin təsiri altında Azərbaycanda B2B (biznesdən biznesə) və peşəkar xidmət sektorlarında da influencer marketinginin tətbiqi nəzərəcarpacaq dərəcədə genişlənməmişdir. Banklar, sığorta şirkətləri, IT müəssisələri və təhsil mərkəzləri artıq sadə vizuallardan çox, ətraflı icmallara, iş araşdırmalarına və ekspert rəylərinə üstünlük verirlər. Hüquqşünaslar, maliyyəçilər və müəllimlər kimi peşəkar təcrübəyə malik şəxslərlə əməkdaşlıq xüsusilə effektiv nəticələr verir, çünki onların tövsiyələri auditoriya tərəfindən müstəqil və nüfuzlu mənbə kimi qəbul olunur. Bu cür ardıcıl postlar, müsahibələr və uzun videolar vasitəsilə qurulan kampaniyalar ciddi maliyyə və təhsil qərarları verən izləyicilər arasında dərin etimad formalaşdırır.

Texnoloji trendlərin digər bir qanadı olan Web3 texnologiyaları və NFT əməkdaşlıqlarına maraq sürətlə artmaqdadır. Qlobal məkanda bəzi influenserlər öz rəqəmsal kolleksiyalarını təqdim edir və ya blokçeyn vasitəsilə məzmunu eksklüziv giriş imkanı yaradırlar. Bu trend Azərbaycanda hələ kütləvi xarakter daşımasa da, Türkiyə və Fars körfəzi ölkələrində artıq fəal şəkildə sınaqdan keçirilir. Yerli brendlər üçün bu cür innovativ layihələr texnologiyaya bağlı gənc auditoriyanı cəlb etmək və abunəçilərə əlavə dəyər yaratmaq üçün çox perspektivli bir vasitə ola bilər.

Nəticə. Məqaləmizin yekunu olaraq qeyd etməliyik ki, müasir rəqəmsal iqtisadiyyatda influencer marketinginin idarə edilməsi artıq pərakəndə və intuitiv bir fəaliyyət deyil, dəqiq ölçülə bilən, elmi əsaslı strateji idarəetmə sistemidir. Qlobal trendlərin və beynəlxalq təcrübənin təhlili göstərir ki, Azərbaycanda bu sahənin uğurlu gələcəyi məhz sistemli planlaşdırmadan və məlumatlara əsaslanan qərarlardan asılıdır.

Xüsusilə ölkəmizin mədəni xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq, qısa video və canlı yayım formatlarında çalışan mikro və nano-influensərlərin ən güclü təsirə malik olduğu təsdiqini tapır. Şirkətlər sadəcə birdəfəlik reklam kampaniyalarından uzaqlaşaraq, uzunmüddətli səfir proqramlarına və influencer marketinginin digər rəqəmsal alətlərlə integrasiyasına keçid etməklə həm investisiya gəlirliliyini (ROI) artırır, həm də istehlakçı etimadını möhkəmləndirə bilərlər.

Bu məqsədlə rəqəmsal bazarda fəaliyyət göstərən bizneslərə aşağıdakı əsas addımların atılması təklif olunur:

- **Sistemli Qiymətləndirmə:** Influensərlərin seçimi zamanı yalnız kəmiyyətə deyil, uyğunluq, orijinallıq və mədəniyyətə uyğunluq kimi keyfiyyət meyarlarına əsaslanan daxili qaydalar və qiymətləndirmə matrisləri tətbiq edilməlidir.

- **Çəvik və Uzunmüddətli Modellər:** Sabit ödənişlə performans əsaslanan (bonus) modelləri birləşdirən hibrid ödəniş mexanizmlərinə və uzunmüddətli tərəfdaşlıq müqavilələrinə keçid təmin olunmalıdır.

- **Davamlı Analitika:** Kampaniyaların effektivliyini ölçmək üçün başdan-ayağa atribusiyadan və müasir analitik alətlərdən istifadə etməklə sistemli monitoring təşkil edilməlidir.

- **Qlobal Trendlərin Lokalizasiyası:** Canlı ticarət, alış-veriş edilə bilən məzmun və genişləndirilmiş reallıq (AR) formatları kimi beynəlxalq trendlər Azərbaycan auditoriyasının spesifikasiyasına uyğunlaşdırılmalıdır.

- **Regional İnkişaf:** Yalnız paytaxtla məhdudlaşmayaraq, bölgələrdəki auditoriyaya daha dərinləndirən nüfuz etmək üçün regional influensərlərlə əməkdaşlıq inkişaf etdirilməlidir.

Bu strateji, çoxfaktorlu və analitik yanaşmaların tətbiqi şirkətlərə yalnız marketing kommunikasiyalarının effektivliyini artırmağa və büdcələri optimallaşdırmağa deyil, eyni zamanda sürətlə dəyişən rəqəmsal mühitdə dayanıqlı rəqabət üstünlüyü əldə etməyə imkan verəcəkdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Azərbaycan Respublikasında internet istifadəçilərinin və sosial şəbəkələrin statistikasını. AR Rəqəmsal İnkişaf və Nəqliyyat Nazirliyi, 2025.
2. Azərbaycanda İnfluencer Marketing 2026: Brendlər niyə sürətlə hərəkət edir. Keepface, 2025.
3. Quliyev A.B. (2024) Influencer marketingin Azərbaycan iqtisadiyyatında rolu // Beynəlxalq elmi-praktik konfrans materialları. Bakı.
4. Тренды инфлюенсер-маркетинга в странах СНГ. Keepface Regional Report, 2025.
5. Influencer Marketing Hub. Influencer Marketing Benchmark Report 2026. May 2026.
6. Later. 2025 State of Influencer Marketing Report. June 2025.
7. Sprout Social. Influencer Marketing Statistics 2026. Sprout Social, 2026.
8. Statista. Global Influencer Market Size 2025. Statista Research Department, 2025.

UDC 621

RESEARCH OF MODERN TRENDS AND INTERNATIONAL PRACTICE IN “INFLUENCER” MARKETING

Sakit Samadov, Namiq Nasirli
Azerbaijan State Oil and Industry University
namiqnesirli9@gmail.com

Summary. *The main objective of this study is to study the global development trends and advanced international experience of influencer marketing in the modern era and to substantiate theoretically and practically how these approaches can be adapted to the digital marketing environment of Azerbaijan. In particular, the increasing role of micro and nano-influencers, the dominance of short video formats, artificial intelligence and new technological opportunities such as live sales (live commerce) were examined, and how these trends affect the conversion rates of businesses and emotional ties with the audience were determined. At the same time, based on international experience, the main directions of effective cooperation models that can ensure the integration of global trends in accordance with national cultural characteristics and local consumer behavior for Azerbaijani businesses were developed.*

The study was conducted on the basis of theoretical-analytical and comparative methods. The existing scientific literature, international reports on global marketing trends and long-term social media statistics were systematically analyzed. The participation characteristics of developed Western countries and regionally close markets to Azerbaijan (Turkey, Russia, Central Asia) were involved in the comparative analysis, and the impact of these experiences on the development prospects of the local market was assessed.

Keywords: *influencer marketing, digital trends, international experience, digital marketing, Azerbaijani market*

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ И МЕЖДУНАРОДНОЙ ПРАКТИКИ
В СФЕРЕ МАРКЕТИНГА С УЧАСТИЕМ ВЛИЯТЕЛЬНЫХ ЛИЦ (ИНФЛЮЕНСЕРОВ).****Сакит Самадов, Намик Насирли****Азербайджанский Государственный Нефтегазовый и Промышленный Университет
namiqnesirli9@gmail.com**

Резюме. Основная цель данного исследования — изучение глобальных тенденций развития и передового международного опыта инфлюенс-маркетинга в современную эпоху, а также теоретическое и практическое обоснование адаптации этих подходов к цифровой маркетинговой среде Азербайджана. В частности, были рассмотрены возрастающая роль микро- и наноинфлюенсеров, доминирование коротких видеороликов, искусственный интеллект и новые технологические возможности, такие как прямые продажи (*live commerce*), а также определено влияние этих тенденций на коэффициенты конверсии бизнеса и эмоциональную связь с аудиторией. Одновременно, на основе международного опыта, были разработаны основные направления эффективных моделей сотрудничества, которые могут обеспечить интеграцию глобальных тенденций в соответствии с национальными культурными особенностями и местным потребительским поведением для азербайджанского бизнеса.

Исследование проводилось на основе теоретико-аналитических и сравнительных методов. Систематически анализировались существующая научная литература, международные отчеты о глобальных маркетинговых тенденциях и долгосрочная статистика социальных сетей. В сравнительный анализ были включены характеристики участия развитых западных стран и региональных рынков, близких к Азербайджану (Турция, Россия, Центральная Азия), и оценено влияние этого опыта на перспективы развития местного рынка.

Ключевые слова: инфлюенс-маркетинг, цифровые тренды, международный опыт, цифровой маркетинг, азербайджанский рынок

Redaksiyaya daxilolma: 18.04.2026

Çapa qəbul olunma: 19.06.2026



